

PUHEENTUNNISTUSJÄRJESTELMÄN INTEGROINTI MOBIILIVAIHTEeseen

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka
Tietotekniikka
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Olli Attila

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietoliikennetekniikka

ATTILA OLLI:

Puheentunnistusjärjestelmän integrointi
mobiilivaihteeseen

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 50 sivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyön tavoitteena on ottaa käyttöön puheentunnistuspalvelu yrityksen puheverkon yhteydessä, jossa puhelinvaihteena toimii mobiilipuhelinvaihte.

Mobiilivaihdetta käytetään yrityksissä, joissa halutaan laajentaa yrityksen sisäisiä puhelinverkon ominaisuuksia. Perinteiseen puhelinvaihteeseen liitetyt työntekijöiden puhelimet rajoittuvat yleensä pelkkään lankapuhelimeen, joka sijaitsee työntekijän toimistossa. Mobiilivaihteella voidaan parantaa yrityksen puhelinverkon skaalautuvuutta mahdollistamalla oma GSM –verkko yrityksen alueella, jonka sisällä liikkuville työntekijöille voidaan määrittää omat alanumerot puhelinvaihteelta.

Puheentunnistuksen avulla voidaan helpottaa yrityksen rutiininomaisia tehtäviä kuten ajavarauksia ja varattujen aikojen kyselyä. Puheentunnistusautomaatin toimintatarkoitus on kysyä soittavalta asiakkaalta tarvittavat tiedot ja toimia niiden perusteella. Automaatti voi esimerkiksi kysyä soittajalta henkilötunnusta ja tarkastaa soittajan tekemät ajanvaraukset hammaslääkärille henkilötunnuksen perusteella.

Opinnäytetyössä toteutetaan konfiguraatio Portechin mediamuuntimeen, jonka tarkoitus on toimia yhdyskäytävänä mobiilivaihteelle. Tutkimustyössä käsiteltiin myös Soundwinin valmistamaa mediamuunninta, joka osoittautui huomommaksi valinnaksi integrointiin. Portech:n valmistaman mediamuuntimen vahvuuksina olivat suuremmat resurssit sekä laitteen parempi fyysinen rakenne. Soundwin tarjosi vähemmän puhelinlinjoja kytkettäväksi mobiilivaihteeseen, joten Portech valittiin yhdyskäytävälaitteeksi.

Tutkimustyössä vertailtiin myös piirikytkentäisen ja pakettikytkentäisen verkkomallin eroja integroiduttaessa puhelinvaihteeseen. Pakettikytkentäinen liitântätapa osoittautui selvästi paremmaksi vaihtoehdoksi tulevaisuuden laajennettavuutta ja mahdollisia puhelinverkon lisäpalveluja ajatellen.

Avainsanat: Puheentunnistus, Mobiilivaihde, VOIP

ATTILA OLLI:

Integrating
speech recognition system to mobile
phone switch.

Bachelor's Thesis in Telecommunications Technology

50 pages

Spring 2011

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to integrate a speech recognition system to a corporate telephone network, which is controlled by a mobile phone switch.

A mobile telephone switch is used in companies that want to expand the internal features of their telephone switch. Comparing to a traditional corporate telephone switch, a mobile switch provides better features for its users. With a mobile switch, the employee can switch between the office and a remote location while using only one physical phone. When an employee comes to work, the mobile telephone switch automatically registers the employee's telephone and makes the employee's telephone available from a specially assigned extension.

Speech recognition system is developed to decrease load from e.g. customer service. Speech recognition is designed to work in such environments as customer contact centers and appointment systems. The procedure of speech recognition is based on a dialog between the caller and the automated speech recognition system. The automated speech recognition system asks the caller to give his social security number and retrieves information from the database based on the recognized keywords in the dialog.

A configuration to the Portech media gateway was made in the process of this thesis. The Portech media gateway acts as a gateway from the speech recognition server to the mobile telephone switch. The thesis also compares Portech media gateway to a Soundwin media gateway. Portech media gateway was chosen to be the gateway for this integration because of its greater resources and better physical structure.

The thesis also examined the differences between a circuit switched network and a packet switched network when integrating into a telephone switch. The packet switched integration turned out to be better a way to integrate to a telephone switch because of future extensibility and the possibility to add services to the network.

Key words: Speech recognition, Mobile telephone switch, VOIP

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYKSEN TAUSTA	2
2.1	Suomen Puheentunnistus Oy	2
2.2	Suomen Puheentunnistuksen tausta	2
3	PUHELINVAIHDETEKNIIKAT JA PROTOKOLLAT	3
3.1	ISDN puhelinverkkojärjestelmä	3
3.2	Puhelu ISDN – verkossa	4
3.3	IP-verkko	6
3.4	Piiri- ja pakettikytkentäiset palvelukeskukset	8
3.5	Yhdyskäytävälaitteet	10
3.6	Voip	11
3.7	Siirtoprotokollat	12
3.8	SIP –Protokolla	16
3.9	SIP –protokollan viestit	21
3.10	RTP Protokolla	28
3.11	Äänikoodekit VOIP –verkossa	29
4	MOBIILIVAIHDE	31
4.1	Mobiilivaihderatkaisu	31
4.2	Mobiilivaihteen toiminta	31
4.3	Puhelu mobiilivaihteessa	32
5	NTEGROITUMINEN MOBIILIVAIHTEESEEN PUHEENTUNNISTUSJÄRJESTELMÄN AVULLA	33
5.1	Suomen puheentunnistuksen palvelut	33
5.2	Puheentunnistuspalvelun toiminta	35
5.3	Integraatiosuunnitelmassa käytetyt komponentit	37
5.4	Portech mediamuunnin	38
5.5	Soundwin mediamuunnin	42
5.6	Mediamuuntimen valinta	44
5.7	Yhteyden suunnittelu	44
5.8	Puheentunnistuspalvelu piirikytkentäisen verkon yhteydessä	45
5.9	Puheentunnistuspalvelu mobiiliverkon yhteydessä	46
5.10	Toteutusmallien vertaus	47

6	JOHTOPÄÄTÖKSET	48
7	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	54

LYHENNELUETTELO

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line. Verkkokytkintekniikka, jota käytetään laajakaistaiseen tiedonsiirtoon puhelinverkossa.
BSC	Base Station Controller. Laite, jonka avulla hallitaan BTS –laitteita esimerkiksi langattomassa verkossa.
BTS	Base Tranceiver Station. Laite, joka hoitaa langattomassa verkossa toimivan käyttäjän ja verkon välisiä operaatioita.
BRI	Basic Rate ISDN. ISDN perusliittymä.
DHCP	Direct Host Connection Protocol. Protokolla, jonka avulla voidaan automaattisesti jakaa esimerkiksi lähiverkon asiakkaille IP – osoitteet.
DTMF	Dual-tone multi-frequency signaling. Äänitaajuusvalinta, jonka avulla soittajan tekemät näppäinpainallukset puhelimella muunnetaan ääneksi, joka on muodostettu kahdesta eri taajuudesta.
GSM	Global System of Mobile Communications. Maailmanlaajuisesti käytettävä matkapuhelinjärjestelmä.
ISDN	Integrated Services Digital Network. Piirikytkentäinen puhelinverkojärjestelmä.
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector. Kansainvälinen järjestö, joka vastaa televiestintäverkkojen ja palveluiden koordinoinnista.

IVR	Interactive Voice Response. Tekniikka, jonka avulla mahdollistetaan tietokoneen ja ihmisen välinen kommunikointi käyttäen ääntä ja puhelimen näppäinpainalluksia.
NAT	Network Address Translation. Verkko-osoitteenmuunnos, jonka avulla muutetaan sisäverkon IP -osoitteet julkisesti reititettäviksi IP -osoitteiksi.
PBX	Private Branch Exchange. Joukko puhelinlinjoja jotka on kytketty yhdeksi verkoksi esimerkiksi yrityksissä.
PMN	Private Mobile Network. Pienelle alueelle sijoitettu matkapuhelinverkko, joka toimii oman tukiaseman kautta runkoverkkoon.
PRI	Primary Rate ISDN. ISDN runkoliittymä.
QoS	Quality Of Service. Tietoliikennetekniikassa käytetty termi liikenteen priorisoinnista.
RTP	Real-time Transport Protocol. Protokolla, jotka käytetään reaaliaikaisen äänen ja kuvan siirtoon pakettikytkentäisessä verkossa.
SDH	Synchronous Digital Hierarchy. Siirtoverkoissa käytetty standardi synkronoituun tiedonsiirtoon.
SIM	Subscriber Identity Module. Kortti, jota käytetään matkapuhelinverkon asiakkaiden tunnistamiseen.
SIP	Session Initiation Protocol. Protokolla, jotka käytetään IP – puheluiden istuntojen luomiseen.

TCP	Transmission Control Protocol. Luotettava tiedonsiirtoprotokolla jonka avulla tietokoneet voivat kytkeytyä toisiinsa.
TTS	Text To Speech. Puheentunnistuksessa käytetty tekniikka jossa muutetaan haluttu teksti puheeksi.
UAC	User Agent Client. SIP –puheluissa soittavan osapuolen ohjelma, joka lähettää SIP –pyyntöjä.
UDP	User Datagram Protocol. Viestien välitykseen käytetty tiedonsiirtoprotokolla, jossa ei oteta kantaa tiedon vastaanottoon.
VXML	Voice Extensible Markup Language. Ohjelmointikieli, jota käytetään puhetta käsittelevissä ohjelmissa.
VOIP	Voice Over Internet Protocol. Protokolla, jota käytetään puheen siirtämiseen pakettikytkentäisessä verkossa.
WWW	World Wide Web. Järjestelmä yhteenliitettuja virtuaalisia dokumentteja, jotka ovat saatavilla internetin välityksellä.

1 JOHDANTO

Nykyajan yrityksissä puhelinvaihteet uusiutuvat huimalla tahdilla. Vanhat perinteiset puhelinvaihteet halutaan korvata uusilla, paremmilla ominaisuuksilla varustetuilla puhelinvaihteilla. Siirtymä on käytännössä ollut piirikytkentäisistä puhelinvaihteista pakettikytkentäisiä verkkoja tukeviin puhelinvaihteisiin. Yrityksen vaihtaessa puhelinvaihdetta täytyy olemassaolevien tai mahdollisten uusien palveluiden liittäminen puhelinvaihteeseen suunnitella tarkkaan ja toteutettava integraatiosuunnitelma, joka mahdollistaa palvelun liittämisen uuteen puhelinvaihteeseen. Ongelmaksi integroinnissa muodostuvat yleensä laitteiden yhteensopimattomuudet sekä huonosti suunnitellut konfiguraatiot.

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelma on luoda Suomen Puheentunnistus Oy:n puheentunnistuspalvelun ja heidän asiakkaanaan toimivan yrityksen mobiilivaihteen välille tietoliikenneintegraatio. Opinnäytetyössä käsitellään puheentunnistusjärjestelmän toimintatapa sekä integroinnin kohteena toimivan verkon komponenttien siirtotavat sekä protokollat, jotka mahdollistavat puhelut mobiilivaihteen ja puheentunnistusjärjestelmän välillä.

Opinnäytetyössä vertaillaan kahta tietoliikennemuunninta, joista toinen valitaan integroitumiseen mobiilivaihteen kanssa. Opinnäytetyössä verrataan myös mobiilivaihdeintegraation toimintaa aikaisempaan integraatiotapaan. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ratkaisu mobiilivaihdeintegraatioon, jota voidaan myös myöhemmässä vaiheessa hyödyntää vastaavien langattomien puhelinvaihteiden yhteydessä.

2 YRITYKSEN TAUSTA

2.1 Suomen Puheentunnistus Oy

Suomen Puheentunnistus on IT –alalla toimiva yritys, joka suunnitelee ja valmistaa ohjelmia puhekanavaan. Yrityksen tuotteita ovat puheella ohjattavat sovellukset puhekanavassa, jotka toimivat esimerkiksi asiakaspalvelun tukena. (Suomen Puheentunnistus 2011a.)

Tuotevalikoimaan kuuluu puhelinasiakaspalvelun selvitystyöt, loppukäyttäjän käyttökokemuksen hallinta, PUH.e ASR – Suomenkielimalli automaattiseen puheentunnistukseen sekä PUH.e CTTS – Suomen kielen tekstistä puheeksi – järjestelmä. (Suomen Puheentunnistus 2011a.)

2.2 Suomen Puheentunnistuksen tausta

Suomen Puheentunnistus on perustettu vuonna 2004 ja yhtiön omistajina toimivat Uudenmaan äänituotanto, Midinvest Management Oy / PH Fund sekä Suomen Teollisuussijoitus Oy / Start Fund I Ky. Yritys toimii pääasiallisesti Suomen markkinoilla ja palvelee sekä yksityisellä, että julkisella sektorilla. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Lahdessa. (Suomen Puheentunnistus 2011a.)

3 PUHELINVAIHDETEKNIIKAT JA PROTOKOLLAT

3.1 ISDN puhelinverkkojärjestelmä

Julkinen puhelinverkko koostuu puhelinvaihteista ja siirtoteistä, jotka yhdistävät näitä puhelinvaihteita. Puhe siirretään digitaalisessa muodossa siirtotietä pitkin, ja näin ollen puhelu saa ISDN (Integrated Services Digital Network) –verkossa nopeudekseen 64 kbit/s. Puhelun siirtyessä infrastruktuuriverkkoon, 64 kbit/s nopeudella liikkuva puhelu lomitetaan nopeampiin tietovirtoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että ISDN –verkossa B –kanava kuljetetaan E1 tai T1 –kehyksessä käyttäen SDH (Synchronous Digital Hierarchy) –pohjaista siirtotietä. E1 –kehys saa verkossa siirtyessään teoreettiseksi maksiminopeudeksi 2,304 Mbit/s. (Granlund 2003, 329.)

ISDN –verkossa puhutaan kanavista joihin järjestelmä luokittelee käyttäjälle tarjottavan palvelun. Tässä työssä käsitellään ISDN –tekniikasta B ja D kanavat. B –kanava toimii ISDN –tekniikassa peruskanavana, jonka avulla voidaan suorittaa digitaalista tiedonsiirtoa tai kuljettaa ääntä 64 kbit/s nopeudella. (Granlund 2003, 330.)

D –kanava toimii ISDN –verkossa merkinantokanavana tilaajan ja palveluntarjoajan välillä. D –kanavaa käytetään esimerkiksi palveluiden tilaamiseen verkosta. Tilaaja voi D –kanavan avulla esimerkiksi pyytää verkolta kytkentää oman B –kanavan ja halutun numeron välille. D –kanavalla voidaan halutessa myös siirtää käyttäjätietoja verkossa. (Granlund 2003, 331.)

ISDN –liittyminä toimivat BRI (Basic Rate ISDN) sekä PRI (Primary Rate ISDN). BRI –liittymä on ISDN –perusliittymä, joka toimii perinteisen puhelinliittymän korvaajana. BRI –liittymä koostuu kahdesta 64 kbit/s nopeudella toimivasta B –kanavasta sekä yhdestä 16 kbit/s nopeudella toimivasta D –kanavasta. Edellämainitut kaksi B –kanavaa voidaan halutessa yhdistää yhdeksi 128 kbit/s kanavaksi, joka mahdollistaa kaksinkertaisen siirtonopeuden. (Granlund 2003, 331.)

PRI –liittymä tarjoaa asiakkaalle 2.048 Mbit/s nopeudella toimivan liityntätavan puhelinverkkoon. Tätä E1 –merkittyä yhteyttä käytetään pääasiallisesti Euroopassa. E1 käsittää 30 B –kanavaa ja yhden D –kanavan. Amerikassa vastaavassa käytössä oleva pääliittymä tunnetaan nimellä T1, jossa taas on 23 B –kanavaa ja yksi D –kanava merkinantoa varten. E1 –merkittyä yhteyttä on käytetty Suomen Puheentunistuksen aikaisemmissa puhelinvaihteintegraatioissa saattamaan puhelut puheentunnistuspalvelimelle. (Granlund 2003, 337.)

3.2 Puhelu ISDN – verkossa

ISDN –peruspuhelu tapahtuu vaiheittain. Ennen puhelun alkamista tulee määrittää tarvittavat merkinantoviestit sekä yhteysnumerot, jotta yhteyttä muodostavat osapuolet pystyvät viestimään toisilleen. Seuraavassa esimerkissä on käytetty kuvitteellista tilannetta, jossa henkilö A soittaa henkilölle B paikallisen puhelinvaihteen kautta. Puhelun osapuolia on kuvattu nimillä TE-A ja TE-B kuviossa 6. (Davidson & Peters 2002, 72.)

Puhelu käynnistetään lähettämällä henkilön A suunnalta SETUP –viesti, joka määrittää puhelun käynnistävän osapuolen täydellisen numeron. Henkilöiden A ja B välissä toimiva puhelinvaihte välittää kuvion 1 mukaisesti SETUP –viestin puhelun toiselle osapuolelle. SETUP –viestin saapuessa henkilölle B, SETUP –viestiin on liitetty määräys, jonka mukaan avataan ISDN B-kanava puhelulle. (Davidson & Peters 2002, 72.)



KUVIO 1. ISDN –puhelurakenne (Davidson & Peters 2002, 72.)

Seuraavassa vaiheessa puhelinvaihte lähettää CALPRC –viestin henkilölle A, kertoakseen että puhelu on käynnistetty. Henkilön B hyväksyessä puhelun, lähetetään ALERT –viesti puhelinvaihteelle. Puhelinvaihte lähettää ALERT –viestin edelleen henkilölle A. Jos kyseessä on äänipuhelu henkilöiden A ja B –välillä ALERT –viestin seurauksena on hälytysäänen toistaminen ISDN B –kanavassa. (Davidson & Peters 2002, 72.)

Henkilön B vastatessa puheluun henkilö B lähettää puhelinvaihteelle CONN –viestin, jolla varsinainen yhteys aloitetaan. Puhelinvaihte välittää CONN -viestin eteenpäin henkilölle A, joka kuittaa CONN –viestin CONNACK –viestillä. Kuittauksen tapahtuessa myös puhelinvaihte lähettää CONNACK –viestin henkilölle B ja keskustelu henkilön A ja B välillä voidaan aloittaa. (Davidson & Peters 2002, 72-73.)

Kun puhelu halutaan lopettaa, lähettää katkaisun aloittava osapuoli puhelinvaihteelle DISC –viestin , joka lähetetään edelleen puhelun toiselle osapuolelle. DISC –viestin käsittelyn jälkeen puhelinvaihte purkaa B –kanavan puhelun katkaisun aloittaneen osapuolen suuntaan ja lähettää hänelle RLSE –viestin, joka kertoo linjan vapautumisesta. Tämän jälkeen toistetaan sama purkamisprosessi puhelun toisen osapuolen ja puhelinvaihteen välillä. (Davidson & Peters 2002, 72-73.)

3.3 IP-verkko

Siirtyessä julkisten puhelinverkkojen käyttämästä teknikkasta eteenpäin tullaan pisteeseen, jossa IP –verkot ovat alkaneet yleistyä suurella nopeudella. Tämä tarkoittaa sitä, että äänen laadun ja kaistatarpeen myötä, äänipuheluita aletaan toteuttamaan pakettikytkentäisissä verkoissa. Päälimmäisenä asiana pakettikytkentäiseen puhelinverkkoon siirtymisessä voidaan pitää kustannussäästöjä. VOIP (Voice Over IP) –verkkoon siirryttäessä on samalla päästy eroon pelkästä puheluminuuttien tuijottamisesta, ja näin ollen on saavutettu paras mahdollinen säästö perinteiseen puhelinverkkoon nähden. Puheluissa säästäminen on ollut yksi tärkeä tekijä joka on alentanut kynnystä VOIP –verkkoon siirtymiselle. (Davidson & Peters 2002, 129.; Davidson & Peters 2002, 130.)

Yritysmailmassa VOIP:n tuomat säästöt suuntautuvat myös laitepuolelle. Yritys, joka siirtyy käyttämään VOIP –verkkoa, joutuu ostamaan vähemmän piirejä palveluntarjoajan yleisestä puhelinverkosta, jotta tietoliikenneyhteydet saadaan toimimaan. VOIP –verkon toteutus vaatii myös vähemmän siirtoja ja muutoksia yrityksen sisäisissä kytkennöissä kuin esimerkiksi perinteisen puhelinverkon päivittäminen. Tämä tarkoittaa käytännössä palveluita, jotka ovat dynaamisesti muutettavissa. Yrityksen työntekijä pystyy esimerkiksi vaihtamaan työpistettä rakennuksen sisällä vaivattomasti, koska hänen puhelinnumeroaan ei ole enää sidottu laitteeseen, vaan hän saa osoitteen IP –puhelimelleen puhelinvaihteelta, johon on konfiguroitu DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) –palvelin. DHCP –palvelin jakaa IP –osoitteen työntekijälle automaattisesti, kun työntekijä liittyy yrityksen verkkoon. IP –osoite toimii VOIP –verkon puhelinnumerona, joka pysyy samana, vaikka työntekijä siirtyisi osastolta toiselle. Tämä mahdollistaa vapaan liikkumisen alueella, johon IP –verkko on kytketty. Monet yritykset ovat nähneet tämän vapaan sijaintipolitiikan VOIP –verkossa suurena säästönä, koska verrattaessa perinteiseen puhelinverkkoon, ei VOIP –verkossa puhelimen siirto aiheuta esimerkiksi kuluja asentajan käynnistä tai puhelinkeskuksen uudelleenmäärittämisestä. (Davidson & Peters 2002, 130.)

VOIP on myös yksinkertaistanut yrityksen verkkojen hallintaa. VOIP –yhdistää ääni ja dataverkot, koska molemmat toimivat pakettikytkentäisessä IP –verkossa. Verkkojen yhdistäminen vähentää kustannuksia ja mahdollistaa vain yhden tietopalveluosaston käytön yrityksessä. (Davidson & Peters 2002, 130.)

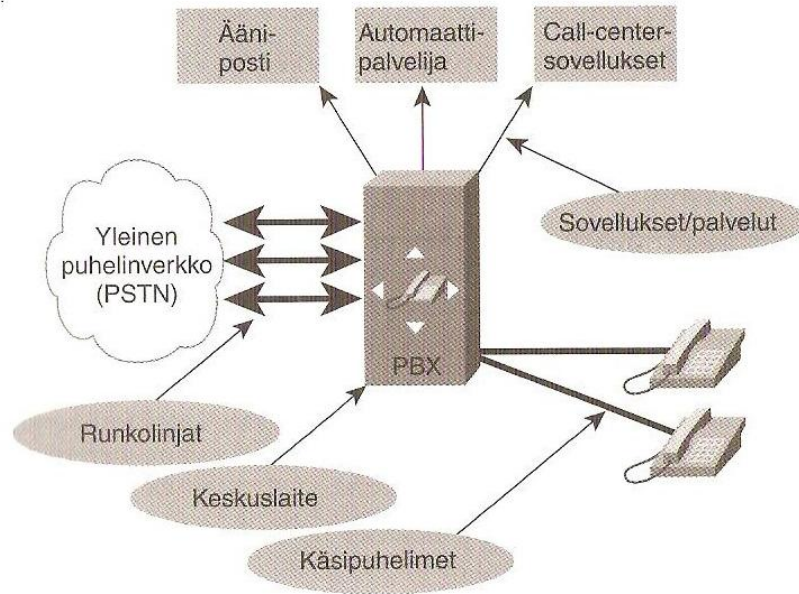
Puhelinpalvelukeskusten kannalta VOIP on myöskin todella hyödyllinen. Pakettikytkentäinen liikennöintitapa ja VOIP:n tuomat edut sulkevat pois käyttäjien kalliit päätelaitteet, joita aikaisemmin piirikytkentäisessä puhelinverkossa on käytetty vastaanottamaan puheluita kun asiakkaat halusivat työskennellä kotoa käsin. Puhelinpalvelukeskukset voivat myös VOIP:n myötä suorittaa tulevaisuuden laajennukset paljon helpommin. (Davidson & Peters 2002, 131.)

Perinteisessä puhelinverkossa oleva puhelinpalvelukeskus joutui tekemään kaikki päivitykset yleensä suurin harppauksin, koska laitteita laajennuksia varten joutui ostamaan suurissa erissä. Jos esimerkiksi palvelukeskus halusi lisätä puhelinlinjoja muutamalla kappaleella, oli tarvittaessa ostettava kokonaan uusi E1-kortti, jonka hinta oli erittäin korkea. Kustannukset aiheuttavat pidemmät aikavälit päivityksen välissä, eikä välttämättä edes muutamaa puhelinlinjaa saatu nopeasti avattua. (Davidson & Peters 2002, 131.)

3.4 Piiri- ja pakettikytkentäiset palvelukeskukset

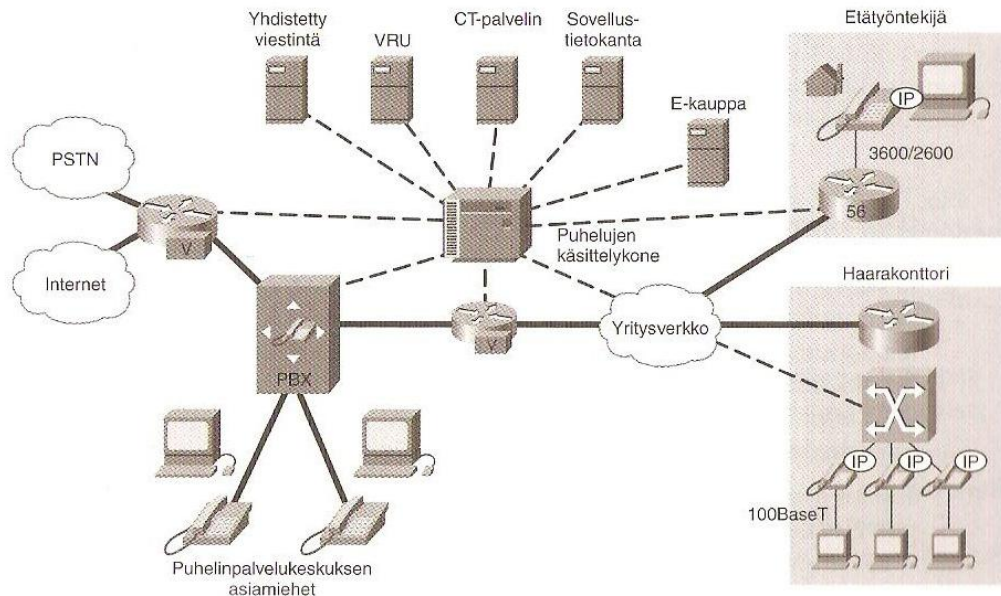
Tulevaisuudessa piirikytkentäiset puhelinpalvelukeskukset alkavat siirtymään pakettikytkentäiseen verkkomalliin, koska kustannussäästöt ovat pidemmällä tähtäimellä suuria. Säästöjen rinnalla kulkevat myös verkon lisäpalvelut, joita voidaan uuden verkon myötä tarjota käyttäjille. Lisäpalveluihin lukeutuvat ääni- ja sähköpostin integrointi, web –pohjainen asiakastuki sekä mahdollisuus käsitellä videoneuvottelua asiakkaan kanssa omalta työpöydältä. (Davidson & Peters 2002, 134.)

Piirikytkentäisen puhelinkeskuksen malli on tyypillisesti pakotettu toimimaan vaihteen ympärillä. Kuviosta 2 näkyy, miten yrityksen palvelut riippuvat keskuslaitteesta ja sen sijainnista verkossa. Keskuslaitteeseen kytkettyjen porttien lukumäärä on tarkkaan ennalta määrätty ja porttien määrä hallitsee puhelinvaihteen toimivuutta. Uudet laitteet, joihin yritys haluaa investoida, käyvät läpi yhteensopivuustarkastuksen, jossa määritellään että esimerkiksi uusi puhelin on täydellisesti yhteensopiva uuden vaihteen kanssa. (Davidson & Peters 2002, 134.)



KUVIO 2. Piirikytkentäisen puhelinpalvelukeskuksen malli (Davidson & Peters 2002, 134.)

Pakettikytkentäiseen verkkoon sijoitettu IP –puhelinvaihte tarjoaa joustavammat ominaisuudet kommunikoinnille. Dataverkon ja ääniverkon integrointi tuo lisäominaisuuksia käyttäjän saataville eikä toimi enää vanhan kaavan mukaan, jossa työntekijän laitteet sijoitettiin kiinteästi yrityksen tiloihin. Kuten kuvioista 3 näkyy, yhteys keskuslaitteeseen on toteutettu tässä IP –pohjaisessa ratkaisussa käyttäen puhelujen käsittelykonetta. Puheluiden käsittelykoneen ansiosta yrityksen työntekijät voivat etätyöskennellä saavuttaen samat resurssit jotka olisivat käytössä työpaikallakin. Esimerkiksi työntekijän puhelinnumero säilyy samana kuin työpaikallakin. (Davidson & Peters 2002, 135.)



KUVIO 3. Pakettikytkentäisen puhelinpalvelukeskuksen malli (Davidson & Peters 2002, 135.)

3.5 Yhdyskäytävälaitteet

Yhdyskäytävälaitteilla, eli mediamuuntimilla, tarkoitetaan IP –verkoissa verkkolaitteita, joihin voidaan tuoda sisään yhteys esimerkiksi VOIP –verkosta ja tehdä saadulle signaalille muutos, jotta signaali voidaan välittää esimerkiksi ISDN –verkkoon E1/T1 linjoille. Mediamuuntimella voidaan signaalin välityksen yhteydessä tehdä myös äänen pakkausta. Suomen Puheentunnistuksen käyttämien mediamuuntimien ohjauslogiikan yhteydessä mahdollistetaan yleensä G.711 a-law ja μ -law mediakoodausten tuki. (Davidson & Peters 2002, 294.)

Mediamuuntimissa voidaan myös hallita DTMF –äänien kuljetusta sekä äänen aktiviteetin havainnointia VAD (Voice Activity Detection), jonka avulla voidaan ajoittaa linjalta saapuvan puhesignaalin alkamista soittajan äänen perusteella. (Davidson & Peters 2002, 294.)

3.6 Voip

Yrityksen siirtyessä uuden puhelinvaihteen tai sovelluksen myötä VOIP:n käyttöön on hyvä tietää uuden järjestelmän hyvät puolet ja heikkoudet.

Välitettäessä VOIP –verkossa siirtyvää puhetta, esiintyy neljää erilaista viivettä: levitysviivettä, sarjoitusviivettä, käsittelyviivettä sekä jonotusviivettä.

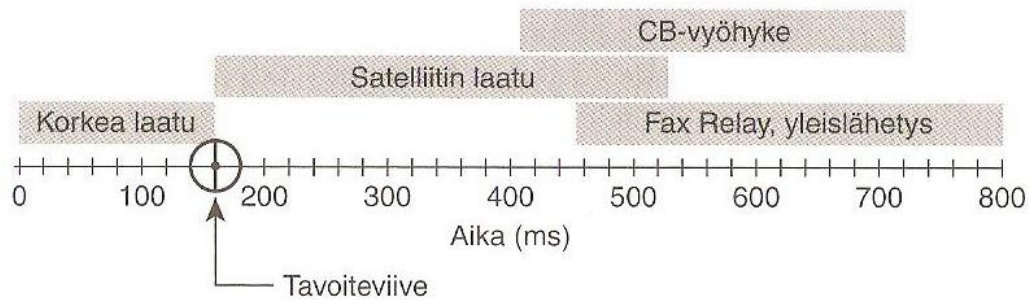
Levitysviive tapahtuu, kun kupari- tai kuituverkossa datan siirrossa tulee viivettä.

Käsittelyviive tapahtuu, kun kehykset kulkevat verkossa eri aktiivilaitteiden läpi, joissa suoritetaan paketin kokoamista, tiivistystä sekä kytkentää.

Sarjoitusviiveellä tarkoitetaan, kun verkossa siirtyvä bitti tavoittaa kohderajapinnan vastaanottajan päässä. (Davidson & Peters 2002, 167-168.)

Jonotusviivettä tapahtuu, kun verkossa toimiva laite lähettää dataa enemmän, kuin mitä laitteen resurssit sallivat. Tällöin lähtevät paketit joutuvat jonoon, josta resurssien vapauduttua, paketit poimitaan taas lähetystä varten. Viivettä syntyy myös aikana, jolloin paketti on jonossa. Jos verkossa ei ole määritelty palvelun laadun käsittelyä, toimii jono kuin lähikaupan kassajono: jonon ensimmäistä palvelleaan ensin. Verkon suunnittelussa, siirtonopeuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi käyttämällä jonossa tapahtuvaa priorisointia pakettien tyyppin mukaan. (Davidson & Peters 2002, 168-169.)

ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) määrittelee G.114 –ehdotuksessaan suositeltavan viiveen verkossa, jossa halutaan säilyttää hyvä äänenlaatu. Kuvion 4 mukaisesti suositeltava viive on enintään 150 ms yhteen suuntaan, kun paketti lähetetään ja siihen odotetaan vastausta. (Davidson & Peters 2002, 168-169.)



KUVIO 4. Lähetysviive (Davidson & Peters 2002, 169.)

3.7 Siirtoprotokollat

VOIP –verkon toiminta edellyttää verkkolaitteilta tukea tarvittaville siirto- sekä merkinantoprotokollille. Tässä kappaleessa käsitellään pakettikytkentäisen verkon protokollat, joiden avulla VOIP –yhteys voidaan muodostaa.

Pakettikytkentäisen verkon VOIP –ympäristössä tärkeimmät siirtoprotokollat ovat TCP (Transmission Control Protocol) ja UDP (User Datagram Protocol). TCP –protokollan tarkoitus on toimia verkossa luotettavana kuljetusalustana siirrettävälle tiedolle. TCP –protokolla on kehitetty toimimaan ympäristössä, jossa tapahtuu pakettien katoamista, viivästymistä sekä pakettien järjestyksen vaihtumista. (Halme 1992, 471.)

Kuljetuskerros palvelee ylemmän tason yhteyskäytäntöjä ULP (Upper Layer Protocols) ja siirtää dataa eteenpäin tietovirran tyypillisesti. Kuljetuskerros ei ota kantaa varsinaisen datan sisältöön, vaan jättää sen ylempien yhteyskäytäntöjen tehtäväksi. Itse lähetyksen tapahtuessa, kuljetusprotokolla jakaa siirrettävän datan paloiksi, joita kutsutaan segmenteiksi. Kuljetuskerroksen saama tietovira käsitellään jatkuvana virtana, jossa datavirran jokainen tavu on numeroitu. Segmenttiin liitetään sen ensimmäisen tavun järjestysluku, jonka avulla

vastaanottava pää TCP –keskustelussa järjestää paketit oikeaan järjestykseen ja näin ollen pystyy vastaanottaen datan luotettavasti. (Halme 1992, 472.)

Datan kuljetusprosessissa on viisi vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa TCP –protokolla saa tiedon edelleenlähetettävästä datasta ylemmän tason yhteyskäytännöiltä. Toinen vaihe koostuu tiedon pilkkomisesta. TCP protokolla pilkkoo saamansa tietovirran paloiksi. Pilkkomisen ansiosta paketit voidaan esimerkiksi ohjata oikeaan aikaan vastaanottajalle ja hallita mahdollisia virhetilanteita siirron aikana. Pilkkomisen jälkeen paketit siirtyvät IP –kerrokselle. Kolmannen vaiheen aikana IP –kerros muodostaa datagrammit ja lähettää ne siirtoyhteyshierarkian hoidettavaksi. Siirtoyhteyshierarkian jälkeen seuraa neljäs vaihe, jossa vastaanottavan puolella IP –kerros tekee datagrammeille tarkistuksen sekä lähettää ne eteenpäin TCP –protokollalle. Viidennessä vaiheessa TCP –protokollan käsittelyyn tulleet palat kootaan taas jatkuvaksi tietovirraksi ja toimitetaan ylemmän tason yhteyskäytännölle. (Halme 1992, 472.)

Seuravassa kappaleessa käsitellään TCP –otsikkokentän tiedot, joista lähemmin tarkastellaan vain tärkeimpiä. TCP otsikkokentässä siirtyvät seuraavat tiedot: SRC, DEST, SEQ, ACK, OFFSET, RES, FL, WIN, CHS, URG, OPT (Halme 1992, 472.)

Tärkeimpien otsikkotietojen selitys:

SRC (Source Port) kertoo lähdeportin, josta tietoa lähettävä isäntäkone haluaa liikennöidä.

DEST (Destination Port) kertoo kohdeportin, josta vastaanottava isäntäkone ottaa tiedon haltuunsa.

SEQ (Sequence Number) on sekvenssinumero, joka kertoo segmentin ensimmäisen palan järjestysnumeron.

ACK (Acknowledgement number) –paketilla kuitataan vastaanotettu data. Jos ACK –kentässä käytetään arvoa 1, odottaa vastaanottava pää seuraavan ACK –paketin arvoksi seuraavan järjestysluvun.

FL (Control Flags) tarkoittaa ohjausbittejä. Ohjausbittien alitietoina esiintyvät seuraavat merkinnät:

URG (Urgent Pointer Significant) viittaa kiirreelliseen dataan, jonka avulla voidaan järjestysnumeroiden joukosta poimia poikkeavan tärkeä tieto.

SYN –tieto viittaa yhteyden muodostukseen. Jos SYN kentässä käytetään arvoa 1, tapahtuu yhteydenmuodostuspyyntö.

RST (Reset) –kenttää käytetään jos muodostetun yhteyden aikana tapahtuu jonku virhe, jonka johdosta lähetys joudutaan käynnistämään uudestaan.

PSH (Push Function). Tätä tietoa käytetään kun halutaan saada tietty pala nopeasti ylemmän kerroksen käsiteltäväksi. PSH=1 tilanteessa pala toimitetaan välittömästi ylemmälle kerrokselle.

FIN. Kun FIN –kenttä saa arvokseen 1, yhteys lopetetaan. Yhteyden loppuessa ylemmältä kerrokselta ei välitetä enää lisää tietoa lähetystä varten.

WIN (Window) tarkoittaa kuittausikkunaa, jonka avulla ilmoitetaan kuinka monta okettia voidaan lähettää ennen pakollista kuittausta.

CSH (Checksum) –kentässä ilmoitetaan tarkistussumma siirretystä datasta.
(Halme 1992, 472-473.)

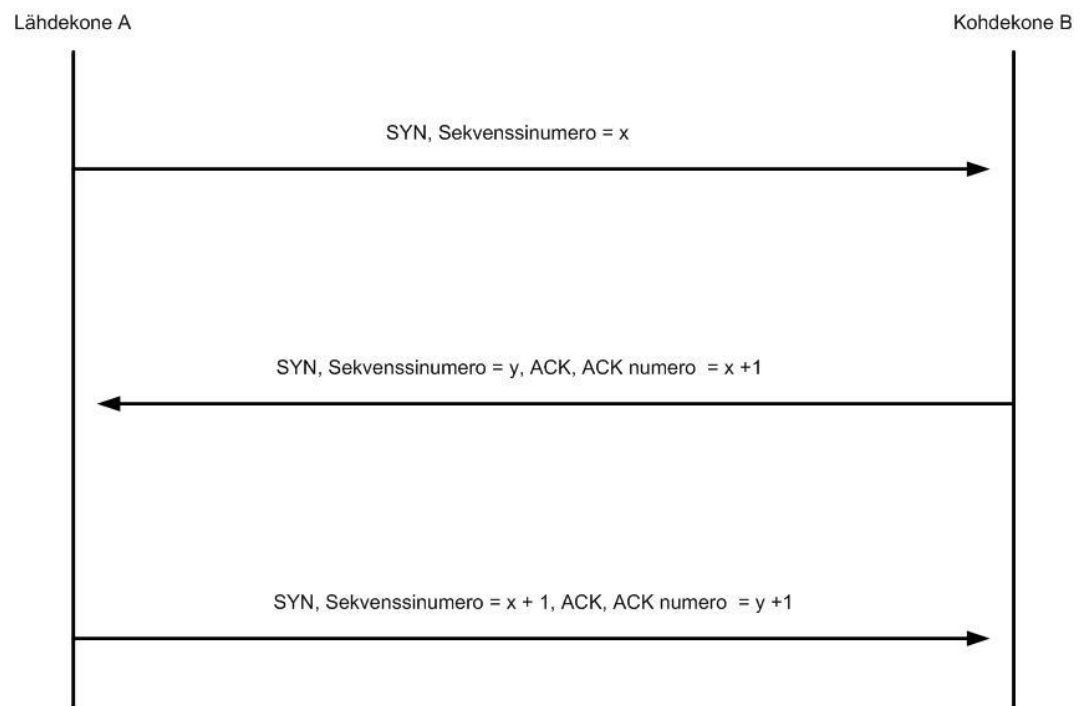
TCP –yhteyden muodostamisessa hyödynnetään kolmivaiheista kättelyä.

Kolmivaiheinen kättely ehkäisee aikaisempien yhteyksien jättämiä paketteja sotkemasta muodostettavaa yhteyttä. Tässä esimerkissä käsitellään kuvitteellinen tilanne, jossa lähdekone A haluaa muodostaa TCP –yhteyden kohdekoneen B kanssa. Koneiden välistä toimintaa on havainnollistettu kuviossa 5.

Kolmivaiheisessa kättelyssä tapahtuvat seuraavat vaiheet:

1. Lähdekone A muodostaa yhteyspyynnön, joka näkyy TCP kehyksen kentässä merkintänä $SEQ=X$. X tarkoittaa numeroa, jonka osapuoli A määrää paketille.
2. Kohdeosoitteesta B vastataan tähän pyyntöön kuittaamalla pyyntö ACK –paketilla. Tässä vaiheessa TCP kehyksen kentässä näkyvät tiedot $SEQ=Y$ ja $ACK=X+1$. Tämä tarkoittaa sitä, että osapuoli B antaa oman sekvenssinumeron Y vastaukselle ja käyttää lähdekoneen A lähettämää arvoa X, ACK –paketissaan, jota kasvatetaan yhdellä numerolla $ACK=X+1$.

3. Kuittaus saapuu takaisin koneelle A. Kone A asettaa TCP –kehykseen seuraavat arvot: $SEQ=X+1+DL$ ja $ACK=Y+1$. Nämä arvot koostuvat B:n lähettämästä ACK –tiedosta, johon lisätään myös DL –luku missä määritellään lähetetyn datakentän pituus sekä B:n lähettämästä sekvenssinumerosta Y, jota kasvatetaan yhdellä numerolla. Tämän vaiheen jälkeen haluttu tieto alkaa siirtymään osapuolelta A, osapuolelle B. (Halme 1992, 474.)



KUVIO 5. TCP-kättely

UDP –protokollan toiminta on yksinkertaisempi. UDP –protokolla käyttää TCP –protokollan tavoin lähde- ja kohdeportteja tiedon siirtämiseen mutta UDP –protokollan toimintamalliin ei kuulu niin tarkkaa tiedon tarkastelua kuin TCP –protokollaan. (Halme 1992, 475.)

UDP –protokollan on tarkoitus toimia ympäristöissä, joissa kahden osapuolen välistä liikennettä halutaan lähettää välittämättä siitä, vastaanottaako toinen osapuoli jokaisen paketin. UDP –paketteja siirtäessä ei myöskään oteta kantaa siihen, saako vastaanottaja tietyn paketin kahteen kertaan. UDP –pakettien siirtäminen on tapahtumiin sidottua, joten UDP –protokollalla siirtäminen soveltuu hyvin reaaliaikaisen datan, kuten puheen ja videon siirtämiseen. RTP (Realtime Transfer Protocol) –pakettien siirtäminen on hyvä esimerkki reaaliaikaisen datan siirtämisestä. (RFC-editor.org 2011d.)

UDP –protokollan otsikkokenttä sisältää tiedon lähetyksen aloittavan osapuolen portista sekä vastaanottajan portista. Otsikkokenttä sisältää myös tiedon 16 – bittisestä tarkistussummasta, joka on luotu lähetettävälle paketille. Jos vastaanottaja saa paketin jonka tarkistussumma on nolla, on lähettäjä generoinut paketin, jolla ei ole ollenkaan tarkistussummaa. Näin voidaan tehdä esimerkiksi tilanteessa, jossa halutaan selvittää vikaa verkossa. (RFC-editor.org 2011d.)

3.8 SIP –Protokolla

Yhtenä tärkeimpänä protokollana nykypäivän VOIP –verkoissa voidaan pitää SIP (Session Initiation Protocol) –protokollaa. SIP –protokollaa käytetään verkon sovelluserroksella signaalointiin, jonka avulla voidaan muodostaa ja terminoida istuntoja kun kaksi osapuolta haluavat kommunikoida VOIP –verkon yli. Tässä kappaleessa esitellään SIP –protokollan toiminta ja tarkoitus. Lisäksi käydään läpi SIP –protokollan yhteydessä toimivat kontrolliprotokollat sekä yleisimmät vastausviestit otsikkokentässä. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP –protokolla siirtää otsikkokentässään tiedot istunnosta joka on muodostettu. Puhelun osapuolet hyväksyvät otsikkokentässä esiintyvät määritykset käytettävistä mediatyypeistä, kuten esimerkiksi puhelussa käytettävästä koodekista. SIP –protokolla soveltuu liikkuvan käyttäjän tarpeisiin, koska SIP –protokolla tukee välityspalvelimia sekä kutsujen ohjaamista sijaintiin, jossa

käyttäjä on. Sen lisäksi että SIP –protokolla pystyy muodostamaan puhelun käyttäjältä A käyttäjälle B voidaan SIP –protokollaa käyttää myös kutsumaan ulkopuolisia käyttäjiä ennalta muodostettuihin istuntoihin. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP –protokolla koostuu viidestä vaiheesta:

1. Käyttäjän sijainti: Määritelmä vastaanottavan pään kommunikointitavasta.
2. Käyttäjän resurssit: Määritelmä käytettävistä parametreista median siirrossa istunnon aikana.
3. Käyttäjän tavoitettavuus: Määritys siitä, pystyykö tai haluaako vastaanottava pää kommunikoida.
4. Puhelun alustaminen: Määritys siitä, miten puhelu muodostetaan osapuolten kesken.
5. Puhelun käsittely: Määritys puhelun käsittelystä. Tämä taho määrää puhelun siirrot sekä lopetukset.

(RFC-editor.org 2011a)

SIP –protokolla on kehitetty toimimaan osana suurempaa protokollaperhettä, jonka jokaisen protokollan tarkoitus on tukea tiedon siirtämistä multimediamyönteisissä. Tähän protokollaperheeseen kuuluvat verkon resurssien varausprotokolla RSVP (Resource Reservation Protocol), RTP (Real Time Transport Protocol), joka hyödyntää UDP –protokollan tarjoamaa suoraviivaista tiedon virtauttamista äänen ja videokuvan siirrossa, sekä RTSP (Real Time Streaming Protocol), joka toimii ohjaajana välitettävälle tietovirrälle. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP –protokollaa käytettäessä törmätään usein SIP –liikennettä koskeviin määrittäisiin, joiden avulla voidaan tulkita puheluiden muodostamista sekä niiden kulkua. Tässä kappaleessa esitellään SIP –protokollan tyypillisimmät määrittäykset. (RFC-editor.org 2011a.)

Call:

Puhelu (Call) koostuu kahdesta tai useammasta osanottajasta. Puhelu voidaan muodostaa kahden yhteyspisteen välille, käyttäen suoraa vastaanottajan IP –osoitetta. Puhelusta voidaan myös muodostaa konferenssi, jolloin ryhmä henkilöitä soittaa esimerkiksi tiettyyn IP –puhelinvaihteessa rekisteröityyn numeroon, joka on varattu konferenssille. Jokaiselle yksittäiselle puhelulle muodostetaan CALL-ID, joka toimii puhelussa tunnistetietona. (RFC-editor.org 2011a.)

Call leg:

Puhelun haara (Call leg) muodostetaan CALL-ID –merkkijonosta, sijainnista mistä ollaan ottamasta yhteyttä sekä sijainnista johon yhdistetään. (RFC-editor.org 2011a.)

Client:

Asiakaskone (Client) tarkoittaa osapuolta, joka haluaa muodostaa tai vastaanottaa SIP –puheluita. Yritysverkoissa asiakaskoneet yleensä rekisteröityvät SIP –palvelimelle ja näinollen heidät voidaan todentaa hyväksytyiksi kohteiksi. (RFC-editor.org, 2011a.)

Registrar:

Rekisteröijä (Registrar) on yleensä palvelin, johon asiakaskoneet rekisteröivät numeronsa, jotta heidän voidaan tunnistaa SIP –palvelimessa ja heille voidaan välittää puheluita. Rekisteröintipalvelimet vastaanottavat SIP –viestien REGISTER –pyyntöjä, jotta asiakaskoneet voidaan todentaa palvelimelle.

Rekisteröinti mahdollistaa vain erikseen sallittujen asiakaskoneiden toiminnan verkossa. (RFC-editor.org 2011a.)

Server:

Palvelin (Server) toimii SIP –ympäristössä SIP –viestien käsittelijänä. Palvelin ottaa vastaan SIP –pyyntöjä ja välittää verkon asiakaskoneille vastauksia näihin pyyntöihin. Palvelin voi toimia välityspalvelimena, puheluiden uudelleenohjaajana tai puheluiden rekisteröijänä. (RFC-editor.org 2011a.)

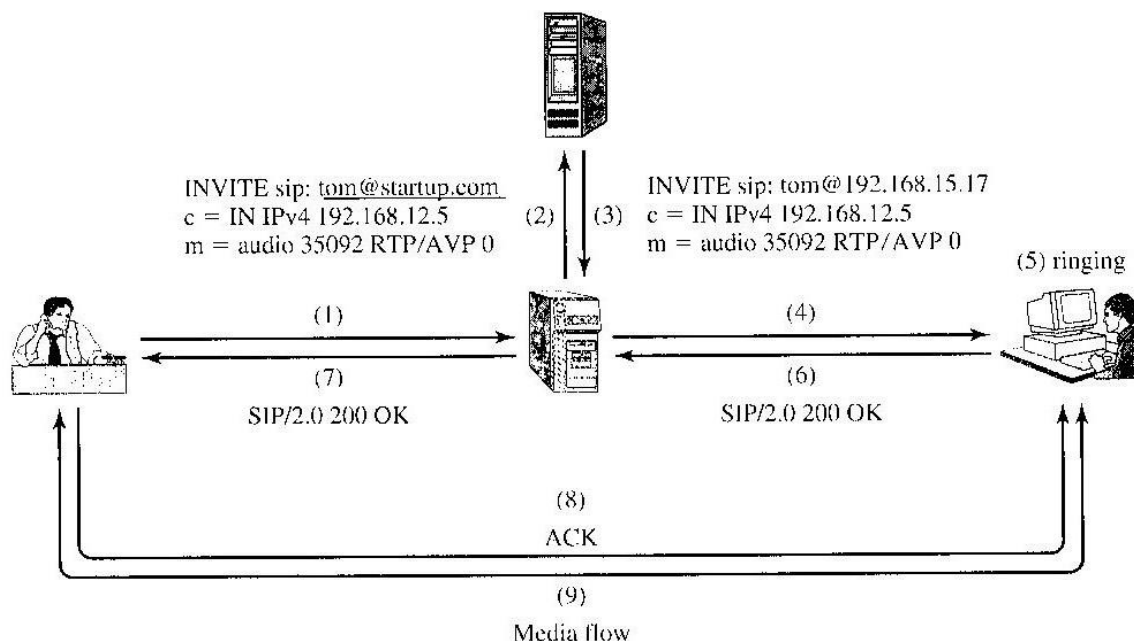
UAC:

UAC (User Account Client), tarkoittaa merkintää asiakaskoneen sovelluksesta josta halutaan muodostaa puhelu. (RFC-editor.org, 2011a)

UAS:

UAS (User Account Server), tarkoittaa palvelimen sovellusta, joka ottaa yhteyden käyttäjään kun SIP –pyyntö vastaanotetaan. UAS –toimii viestinvälittäjänä käyttäjän puolesta. UAS:lta palautuva viesti voi sisältää pyynnön hyväksynnän, hylkäyksen tai uudelleenohjauksen. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP –protokollaa hyödyntävä puhelu muodostuu yhdeksästä vaiheesta. Kuviossa 5, on esimerkki puhelusta, jossa henkilö nimeltä Steve soittaa henkilölle Tom. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 748.)



KUVIO 5. SIP –puheluesimerkki (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 748.)

Ensimmäisessä vaiheessa Steve muodostaa INVITE –pyynnön, jonka avulla halutaan tavoitella kohdehenkilöä Tom. Tässä vaiheessa Steve ei vielä tiedä henkilön Tom absoluuttista sijaintia, joten Steve joutuu tekemään kyselyn SIP –välityspalvelimen kautta. Toisessa vaiheessa SIP –välityspalvelin, joka on saanut INVITE –pyynnön, kysyy henkilön Tom paikkatietoa rekisteröintipalvelimelta, jotta viestit saadaan kulkemaan oikeaan osoitteeseen. Kyselyn jälkeen, SIP –välityspalvelin vastaanottaa paikkatiedon (vaihe 3) rekisteröintipalvelimelta ja lähettää INVITE –pyynnön henkilön Tom IP –osoitteeseen, kuten vaiheesta 4 voidaan nähdä. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 748.)

Vaiheessa 5 henkilön Tom asiakaskone vastaanottaa hälytyksen tulevasta puhelusta ja reagoi tähän hälytykseen tilakoodilla 200 OK, joka lähetetään välityspalvelimelle. Välityspalvelin kertoo saaneensa onnistuneen kuittauksen henkilön Tom suuntaan aloitetusta soitosta henkilölle Steve, jonka jälkeen henkilöltä Steve lähtee ACK –viesti käyttäjälle Tom, jossa Steve viestii että on vastaanottanut hyväksyvän kuittauksen. ACK –viestin lähetyksen jälkeen puhelu käynnistetään, ja kuten kohdassa 9 näkyy, mediaa voidaan alkaa virtauttamaan osapuolten välillä. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 748-749.)

3.9 SIP –protokollan viestit

RFC dokumentin 2543 mukaisessa SIP 2.0 –protokollassa määritellään kuusi REQUEST -viestityyppiä, joiden avulla käsitellään puhelun kulkua istunnon osapuolten välillä. Nämä kuusi viestityyppiä ovat INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE ja REGISTER. Lisäksi tässä kappaleessa käsitellään REFER – viestityyppi, jonka avulla puheluiden siirrot toteutetaan Suomen Puheentunnistuksen palveluissa. (RFC-editor.org 2011a.)

Tässä kappaleessa on havainnollistettu SIP –istunnon luomista kahden osapuolen välillä, käyttämällä WireShark –protokolla-analysaattoria sekä YATE (Yet Another Telephone Engine) –VOIP palvelinta, jota on käytetty vastaanottamaan puheluita. VOIP –palvelimella on numero 99991001, johon soittaessa soittaja kuulee lyhyen äänitteen, joka sisältää puhelinverkon varattu –ääntä. Testiympäristö toteutettiin tavallisessa lähiverkkoympäristössä, jossa asiakaskoneet olivat yhteydessä toisiinsa kytkimen kautta.

INVITE –viestiä käytetään kun halutaan tehdä aloite SIP –puhelua varten. INVITE tekee nimensä mukaisesti kutsun vastaanottajalle, että soittaja haluaa kutsua vastaanottajan SIP –protokollan mukaiseen istuntoon. INVITE –viesti koostuu lähettäjän ja vastaanottajan tiedoista sekä mediaresursseista, joihin lähettäjä toivoo hyväksyntää. (RFC-editor.org 2011a.)

Kuviossa 6 on esimerkki SIP –protokollan Invite –viestistä, jonka viestikentästä voidaan protokolla-analysaattorin avulla saada esille selkokieleistä tietoa siitä, mistä puhelun soittaja on tehnyt puhelun, ketä INVITE –viestillä on haluttu tavoitella, sekä UAC –merkinä, jossa on tavoitellun asiakaskoneen/laitteen tunnistemerkintä. Kuvion 6 esimerkissä soittaja A on muodostanut puhelun osoitteesta 10.10.1.4 ja halunnut tavoitella vastaanottajaa B SIP -osoitteesta 99991001@10.10.1.2. Vastaanottajan B numero on ollut siis 99991001. Liikennöinti on tapahtunut UDP protokollan avulla portissa 5060, jota SIP –protokolla käyttää vakiona. (RFC-editor.org 2011a.)

```

Session Initiation Protocol
+ Request-Line: INVITE sip:99991001@10.10.1.2 SIP/2.0
- Message Header
  Max-Forwards: 20
  Via: SIP/2.0/UDP 10.10.1.4:5060;rport;branch=z9hG4bK650984874
+ From: <sip:10.10.1.4>;tag=1394465874
+ To: <sip:99991001@10.10.1.2>
  Call-ID: 2143820191@10.10.1.4
+ CSeq: 5 INVITE
  User-Agent: YATE/3.0.0
+ Contact: <sip:99991001@10.10.1.4:5060>
  Allow: ACK, INVITE, BYE, CANCEL, OPTIONS, INFO
  Content-Type: application/sdp
  Content-Length: 440
- Message Body
  Session Description Protocol
    Session Description Protocol Version (v): 0
    + Owner/Creator, Session Id (o): yate 1296983600 1296983600 IN IP4 10.10.1.4
    Session Name (s): SIP Call
    + Connection Information (c): IN IP4 10.10.1.4
    + Time Description, active time (t): 0 0
    + Media Description, name and address (m): audio 17572 RTP/AVP 0 8 3 11 98 98 102 103 104 101
    + Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
    + Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
    + Media Attribute (a): rtpmap:3 GSM/8000
    + Media Attribute (a): rtpmap:11 L16/8000
    + Media Attribute (a): rtpmap:98 iLBC/8000
    + Media Attribute (a): fmtp:98 mode=20
    + Media Attribute (a): rtpmap:98 iLBC/8000
    + Media Attribute (a): fmtp:98 mode=30
    + Media Attribute (a): rtpmap:102 SPEEX/8000
    + Media Attribute (a): rtpmap:103 SPEEX/16000
    + Media Attribute (a): rtpmap:104 SPEEX/32000
    + Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000
    + Media Attribute (a): ptime:30
  
```

KUVIO 6. SIP –INVITE viestin sisältämä tieto

Kuten TCP –protokollan kolmivaiheisessa kättelyssä, myös SIP –protokollassa tapahtuu vastaanotetun paketin kuittaus ACK –viestillä. ACK –viestiä käytetään SIP –protokollassa kuittauksena vain INVITE –pyyntöä vastaan. ACK –viestin yhteydessä voidaan lisätä viestin runko-osioon soitetun osapuolen hyväksymät resurssikuvaukset. Mikäli runko-osaa ei ollenkaan ole liitetty ACK –pakettiin, on

vastaanottaja hyväksynyt käyttämään alkuperäisessä INVITE –viestissä käytettyjä resurssimääriä. (RFC-editor.org 2011a.)

Kuviossa 7 on esitelty ACK –viestin rakenne. Kuvion 7 SIP –viestikentässä ei ole ollenkaan viestin runko-osaa (message body), joten voidaan tulkita että ACK –viestissä ei ole ollut enää tarvetta määrittellä uutta istunnon kuvausta.

```

Session Initiation Protocol
+ Request-Line: ACK sip:99991001@10.10.1.2:5060 SIP/2.0
+ Message Header
  Via: SIP/2.0/UDP 10.10.1.4:5060;rport;branch=z9hg4bk354004798
  + From: <sip:10.10.1.4>;tag=1394465874
    + SIP from address: sip:10.10.1.4
      SIP tag: 1394465874
  + To: <sip:99991001@10.10.1.2>;tag=202550399
    + SIP to address: sip:99991001@10.10.1.2
      SIP tag: 202550399
    Call-ID: 2143820191@10.10.1.4
  + CSeq: 5 ACK
    Max-Forwards: 20
  + Contact: <sip:99991001@10.10.1.4:5060>
    + Contact-URI: sip:99991001@10.10.1.4:5060
      Contact-URI User Part: 99991001
      Contact-URI Host Part: 10.10.1.4
      Contact-URI Host Port: 5060
    User-Agent: YATE/3.0.0
    Content-Length: 0

```

KUVIO 7. SIP –ACK viestin sisältämä tieto

Mikäli pyydettyyn INVITE –viestiin ei saada kuittausta, yhteys peruutetaan CANCEL –viestillä. CANCEL –viestin CALL-ID kentän numerosarja tulee vastata viimeisintä INVITE –viestin CALL-ID:tä, jotta voidaan määrittää mihin INVITE –viestiin vastataan peruutuksella. Myös Cseq –kentän sisältämän sekvenssinumeron tulee täsmätä oikeaan INVITE –pyyntöön. (RFC-editor.org 2011a.)

```

Session Initiation Protocol
+ Request-Line: CANCEL sip:99991001@10.10.1.2 SIP/2.0
Message Header
  Via: SIP/2.0/UDP 10.10.1.4:5060;rport;branch=z9hg4bk444383097
  From: <sip:10.10.1.4>;tag=452075869
    + SIP from address: sip:10.10.1.4
      SIP tag: 452075869
  To: <sip:99991001@10.10.1.2>
    + SIP to address: sip:99991001@10.10.1.2
      Call-ID: 1524571862@10.10.1.4
  + CSeq: 7 CANCEL
    User-Agent: YATE/3.0.0
    Max-Forwards: 70
    Allow: ACK, INVITE, BYE, CANCEL, OPTIONS, INFO
    Content-Length: 0

```

KUVIO 8. SIP –CANCEL viestin sisältämä tieto

Kuviossa 8 tapahtuneen CANCEL –viestin otsikkokentän tiedoista voimme nähdä miten CALL-ID sekä Cseq sekvenssinumero täsmäävät alkuperäisen INVITE – viestin kanssa, joka on esitetty kuviossa 9.

```

Session Initiation Protocol
+ Request-Line: INVITE sip:99991001@10.10.1.2 SIP/2.0
Message Header
  Max-Forwards: 20
  Via: SIP/2.0/UDP 10.10.1.4:5060;rport;branch=z9hg4bk444383097
  From: <sip:10.10.1.4>;tag=452075869
    + SIP from address: sip:10.10.1.4
      SIP tag: 452075869
  To: <sip:99991001@10.10.1.2>
    + SIP to address: sip:99991001@10.10.1.2
      Call-ID: 1524571862@10.10.1.4
  + CSeq: 7 INVITE
    Sequence Number: 7
    Method: INVITE
    User-Agent: YATE/3.0.0
  Contact: <sip:99991001@10.10.1.4:5060>
    Contact-URI: sip:99991001@10.10.1.4:5060
      Contactt-URI User Part: 99991001
      Contact-URI Host Part: 10.10.1.4
      Contact-URI Host Port: 5060
    Allow: ACK, INVITE, BYE, CANCEL, OPTIONS, INFO
    Content-Type: application/sdp
    Content-Length: 440

```

KUVIO 9. SIP INVITE –viesti, johon CANCEL –viesti vastaa

SIP –istunto voidaan lopettaa käyttämällä BYE -viestiä. BYE –viestin avulla SIP –istunnossa oleva asiakaskone viestii SIP –palvelimelle haluavansa luopua puhelusta. Mikäli on kyseessä konferenssipuhelu, BYE –viestin vastaanottanut ryhmä tietää ettei enää virtautu mediaa siihen osoitteeseen, josta BYE –viesti vastaanotettiin. (RFC-editor.org 2011a.)

Kuviossa 10 näkyy miten BYE –viestin rakenne muodostuu. Viestikentän otsikkotiedoissa esiintyy kohta ”Reason”, joka määrittää syyn BYE –viestin lähettämiseksi. Kuvion 10 esimerkissä käyttäjä A, osoitteessa 10.10.1.4 on sulkenut puhelun. (RFC-editor.org 2011a.)

```

Session Initiation Protocol
  Request-Line: BYE sip:99991001@10.10.1.2:5060 SIP/2.0
    Method: BYE
    Request-URI: sip:99991001@10.10.1.2:5060
    [Resent Packet: False]
  Message Header
    Call-ID: 2143820191@10.10.1.4
    From: <sip:10.10.1.4>;tag=1394465874
    To: <sip:99991001@10.10.1.2>;tag=202550399
    Reason: SIP;text="User hangup"
    P-RTP-Stat: PS=0,OS=0,PR=292,OR=46720,PL=0
    Via: SIP/2.0/UDP 10.10.1.4:5060;rport;branch=z9hg4bk1637094167
    CSeq: 6 BYE
    User-Agent: YATE/3.0.0
    Max-Forwards: 70
    Allow: ACK, INVITE, BYE, CANCEL, OPTIONS, INFO
    Content-Length: 0
  
```

KUVIO 10. SIP –BYE viestin sisältämä tieto

Kun asiakaskone haluaa rekisteröidä itsensä SIP –palvelimelle, täytyy asiakaskoneen lähettää REGISTER –viesti. REGISTER –viestin ideana on, asiakaskoneen sijainnin vapaus. Esimerkiksi työntekijä voi työpaikallaan vaihtaa toimistoa ja häntä voidaan sijainnista riippumatta kutsua samalla SIP URI:lla, joka on muotoa: mattimeikalainen@tyopaikalla.com. Työntekijän SIP –laite lähettää SIP –palvelimelle REGISTER –viestin, jonka jälkeen palvelin vastaa tähän viestiin myöntävästi ja rekisteröi työntekijän nykyisen IP –osoitteen palvelimen paikkatietoihin. Näin ollen jokainen puhelu, joka on osoitettu Matti Meikäläiselle,

käytetään tarkastuksen läpi, jossa tarkistetaan Matti Meikäläisen nykyinen paikkatieto SIP –palvelimelta. Tarkastuksen jälkeen puhelu osataan ohjata oikeaan osoitteeseen. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP –REQUEST –kentässä voi myös esiintyä OPTIONS –viesti, jonka tarkoitus on ottaa selville, mitä resursseja joku asiakaskone voi käyttää, jos asiakaskoneelle muodostetaan puhelu. Ideana OPTIONS –viestin kanssa on, että asiakaskoneelle ei muodosteta puhelua vaan OPTIONS- viestin avulla kysytään asiakaskoneelta tämän käytössä olevia resursseja, johon asiakaskone vastaa ilmoittamalla suotuisat ääni- sekä videokoodit. (RFC-editor.org 2011a.)

SIP REFER on RFC-dokumentissa 3261 määritelty standardi SIP –puheluissa tehtävään puheluiden siirtoon. REFER-sanomaa käytetään, kun esimerkiksi henkilö A keskustelelee henkilön B kanssa, ja A päättää, että henkilön B täytyy siirtyä keskustelemaan henkilön C kanssa. Näin ollen henkilö A lähettää SIP REFER –pyynnön henkilölle B, joka sisältää henkilön C SIP –kontaktitiedot. Kun henkilö B on suostuvainen REFER –pyyntöihin, henkilö B yrittää soittaa henkilölle C. Puhelun tilanne raportoidaan siirron onnistumisen tai epäonnistumisen jälkeen henkilölle A. (RFC-editor.org 2011e.) Suomen Puheentunnistuksen palveluissa SIP REFER -sanomia hyödynnetään, kun halutaan siirtää soittava henkilö puheentunnistussolvelluksesta keskustelemaan esimerkiksi ihmisen kanssa.

SIP –protokollan käsitellessä viestejä, on myös hyvin tärkeä hoitaa viestien tilojen tiedottaminen tilakoodien avulla. SIP –protokollan tilakoodit ovat yhtenevät HTTP/1.1 vastauspyyntöjen kanssa. Taulukossa 1 on kuvattu SIP –protokollan tyypillisimmät tilakoodit. (RFC-editor.org 2011a.)

TAULUKKO 1. SIP -tilakoodit

SIP tilakoodi	kuvaus
1xx	Informational
100	Trying
180	Ringing
181	Call is being forwarded
182	Queued
200	Ok
3xx	Redirection
4xx	Client Error
5xx	Server Error
6xx	Global Failure

Tilakoodit, jotka ovat saaneet 1xx –merkinnän, toimivat tiedonvälittäjinä siitä, että SIP –palvelin suorittaa toimintoja, jotka estävät välittömän vastausviestin lähetyksen takasin asiakaskoneelle. Kun puhelun vastaanottaja haluaa kommunikoida vastapään kanssa, lähettää soittaja INVITE –pyynnön jälkeen vastapuolelle 100 –trying –tilakoodilla varustetun paketin, mikä tarkoittaa, että vastapuoli tiedustelee soittajan olemassaoloa. Tämän jälkeen soittajalle lähetetään 180 –ringing koodilla merkattu paketti, jossa soittajalle lähetetään hälytys vastaanottavan osapuolen toimesta. 1xx –sarjan koodeihin kuuluu myös puhelun välityskoodi 181, jota käytetään välityspalvelimessa, kun puhelua ollaan ohjaamassa uuteen sijaintiin. Lisäksi istunnossa voidaan käyttää koodia 182, jolla puhelun vastaanottaja viestii soittajalle, ettei ole juuri nyt tavoitettavissa, mutta puhelun katkaisemisen sijaan, vastapuoli on asettanut puhelun jonoon myöhempää käsittelyä varten. (RFC-editor.org 2011a.)

3.10 RTP Protokolla

RTP, eli Real Time Transport Protocol, toimii kuljetusvälineenä päästä-päähän kommunikoiville osapuolille pakettikytkentäisessä verkossa, jotka tarvitsevat reaaliaikaista äänen tai videon siirtoa. RTP protokolla toimii pääasiassa UDP protokollan päällä, mutta voi tarvittaessa hyödyntää muitakin siirtoprotokollia. RTP protokollan siirtämä tieto ei ota kantaa siihen, miten QoS (Quality Of Service), eli palvelun laatu muuttuu verkossa RTP –pakettien lähetyksen aikana. QoS-tuen sijasta RTP protokolla tarjoaa tuen pakettien lähetyksessä tapahtuvan huojuksen (jitter) korjaamiselle, jonka ansiosta ajoitus pakettien vastaanottamiselle istunnon osapuolten välillä voidaan samanaikaistaa. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 741.)

Kuviossa 11 on esitetty RTP –paketti, joka on kaapattu WireShark –protokolla-analysaattorilla.

```

[-] User Datagram Protocol, Src Port: 28090 (28090), Dst Port: 17572 (17572)
    Source port: 28090 (28090)
    Destination port: 17572 (17572)
    Length: 180
    [+ Checksum: 0xf945 [validation disabled]
[-] Real-Time Transport Protocol
    [+ [Stream setup by SDP (frame 2)]
        10.. .... = Version: RFC 1889 Version (2)
        ..0. .... = Padding: False
        ...0 .... = Extension: False
        .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
        1... .... = Marker: True
        Payload type: ITU-T G.711 PCMU (0)
        Sequence number: 7655
        [Extended sequence number: 73191]
        Timestamp: 1738076376
        Synchronization Source identifier: 0x42b8ac67 (1119399015)
        Payload: c4442c221d1c1cf2735ffb5a79f9c9c9da2acc4442c221d...
```

KUVIO 11. RTP –paketin otsikkokenttä

RTP –paketin otsikkokentän Versio –kohdassa ilmoitetaan RTP –protokollan versiotiedot. Tässä esimerkissä RTP:n versio on 2. Padding –kohta kertoo, jos vastaanotetussa paketissa on mukana täytedataa, jota ei ole merkattu hyötykuormaksi. RTP otsikkokentän Extension –kohdassa määritetään tosi/epätosi –merkinnällä jos paketissa on haluttu välittää otsikkokentän lisätietoja. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 743.)

RTP –protokollassa määritellään hyötykuorman tyyppi otsikkokentän ”Payload Type” –kohdassa. Hyötykuormassa määritellään kuorman tyyppinumero, onko siirrettävä tieto ääntä vai kuvaa, taajuus sekä käytettävä kanava. Suomen Puheentunnistuksen sovellusten käyttämä hyötykuorma RTP –paketeissa on tavallisesti PCMA tai PCMU –tyypistä johtuen puhekanavaan tehtävästä sovituksesta. (Leon-Garcia & Widjaja 2006, 744.)

3.11 Äänikoodekit VOIP –verkossa

VOIP -ympäristöjen käyttämä G.711 PCM (Pulse Code Modulation) koodekki juontaa juurensa 1970 -luvulle, jolloin PCM esiteltiin ensimmäisen kerran. Pulssikoodimodulaatiota käyttävää G.711 koodekkia alettiin myös käyttämään Amerikkalaisessa T1 runkolinjayhteydessä, joka käsitti näytteenottovälin 8000 näytettä sekunnissa. T1 runkolinjayhteyden näytteenottoväli mahdollisti näinollen teoreettisen 4000Hz kaistanleveyden. (Voip-info.org 2011a.)

Suomen Puheentunnistuksen tekemät integraatiot VOIP –ympäristöihin ovat myös yhdistetty julkiseen puhelinverkkoon ja käyttävät näinollen G.711 a-law koodekkia. µ-law koodekkia käytetään tavallisesti T1 -standardin runkolinjan yhteydessä, ja a-law koodekkia käytetään E1 runkolinjan yhteydessä enimmäkseen muualla maailmassa. G.711 -koodekin käyttäminen VOIP -ympäristössä mahdollistaa hyvän äänenlaadun ja tuo samalla mahdollisuuden siirtää µ- tai a-law koodekilla käsitellyn äänen suoraan analogisille tai digitaalisille puhelinlinjoille verkkojen välisen koodekkiyhteensopivuuden takia. Äänenlaatu on hyvä, koska G.711 ei käytä pakkausta, ja näin ollen G.711 mahdollistaa myös pienemmän latenssin. Huonona puolena G.711 koodekissa on kaistankäyttö. G.711 käyttää enemmän kaistaa kuin muut koodekit, mutta kaistankäyttö ei nykypäivän lähiverkkoyhteyksillä kuitenkaan ole mikään suuri ongelma. (Voip-info.org 2011a.)

4 MOBIILIVAIHDE

4.1 Mobiilivaihderatkaisu

Mobiilivaihde tarjoaa yrityksen työntekijöille langattoman liityntätavan puhelinvaihteeseen. GSM (Global System of Mobile Communications) –verkon kautta kommunikoiminen yrityksen puhelinvaihteeseen mahdollistaa yrityksen työntekijöiden vapaan liikkuvuuden yrityksen sisäisen mobiiliverkon alueella. (Mobilecomms-technology 2011.)

Mobiilivaihde soveltuu parhaiten tiloihin, joissa perinteisen puhelinverkon rakentaminen tulisi kalliiksi. Mobiilivaihdetta voidaan soveltaa myös tiloissa, joissa käytetään paljon matkapuhelimia mutta matkapuhelimien kuuluvuus operaattorin tarjoaman mobiiliverkon kautta on huono. (Mobilecomms-technology 2011.)

4.2 Mobiilivaihteen toiminta

Mobiilivaihde perustuu yksityisen mobiiliverkon pystyttämiseen halutulle kohdealueelle. Mobiilivaihteen sisällä toimii suuremmista mobiiliverkoista tuttu BTS (Base Transceiver Station), joka hallitsee kaksisuuntaista radioyhteyttä asiakaspuhelimien ja mobiilivaihteen välillä. BTS yhdistetään tavallisesti ”GSM – tukiasema” nimikkeeseen. Mobiilivaihteessa toimii myös tukiasemaa ohjaava kontrolleri, eli BSC (Base Station Controller). BSC ohjaa tukiaseman toimintaa ja huolehtii mobiilivaihteeseen liitettävien matkapuhelimien puhe- ja datayhteyksien muodostamisesta. (Volotinen 1999, 200-201.)

Mobiilivaihteen tarjoama PMN (Private Mobile Network) toimii yksityisenä matkapuhelinverkkona. Yksityiseen matkapuhelinverkkoon liitetyt laitteet saavuttavat GSM –yhteyden kautta kaikki samat palvelut, kuin tavallisessa puhelinverkkoympäristössä toimiva pöytäpuhelin. Mobiilivaihteeseen liitetyt laitteet voivat soittaa yksityisen verkon ulkopuolella puheluita normaaliin tapaan, mutta saavutettaessa yrityksen sisäinen mobiiliverkko, puhelut kääntyvät sisäisiksi, joka tarkoittaa että puhelut muuttuvat halvemmiksi ja mobiilivaihteeseen kytkettyjä laitteita voidaan kutsua mobiilivaihteelle määritettyjen alanumeroiden perusteella. (Mobilecomms-technology 2011.)

4.3 Puhelu mobiilivaihteessa

Mobiilivaihteeseen kytketyt laitteet voivat kommunikoida keskenään mobiilivaihteessa toimivan tukiaseman avulla. Tukiasema voidaan ajatella pienoismalliksi operaattorin käyttämistä isoista tukiasemista, joita käytetään normaalisti ulkotiloissa. (Mobilecomms-technology 2011.)

Matkapuhelimeissa olevat SIM (Subscriber Identity Module) –kortti rekisteröidään mobiilivaihteeseen, jotta vältetään ei-toivotuilta vierailta verkossa. Rekisteröinnin jälkeen mobiilivaihteeseen liittynyttä asiakaslaitetta voidaan kutsua perinteisestä puhelinvaihteesta tutun alanumeron mukaan. (Mobilecomms-technology 2011.)

5 NTEGROITUMINEN MOBIILIVAIHTEESEEN PUHEENTUNNISTUSJÄRJESTELMÄN AVULLA

Uuden integraatitavan suunnittelu tehtiin Suomen Puheentunnistuksen asiakkaalle, joka oli korvannut perinteisen puhelinvaihteensa uudella mobiilivaihteella. Tässä kappaleessa esitellään asiakkaan kohdeverkko, johon integraatio suunniteltiin, tarvittavat komponentit yhteyden luomiseen sekä mediamuunnin, jonka avulla voitiin kuljettaa puhelu mobiilivaihteelta Suomen Puheentunnistuksen palvelimelle. Lisäksi tässä kappaleessa verrataan mobiilivaihdeintegraatiota vanhaan toimintamalliin, jossa käytettiin perinteisen puhelinvaihteen ISDN E1 –runkolinjaan integroitumista. Mobiilivaihdeintegraatio toi langattomien ominaisuuksiensa ansiosta mukanaan uuden haasteen, koska mobiilivaihteessa ei ollut mitään liityntää, josta oltaisiin voitu suoraan tuoda fyysisellä verkkokaapelilla yhteys Suomen Puheentunnistuksen palvelimelle.

5.1 Suomen puheentunnistuksen palvelut

Suomen Puheentunnistuksen palveluvalikoimaan kuuluu ajanvarauspalvelu. Ajanvarauspalvelu on kehitetty puhelinasiakaspalvelun ruuhkien helpottamiseen. Puhesovellus, joka toimii ajanvarauspalveluna, integroidaan asiakasyrityksen tietokantaan, jota sovellus hyödyntää, kun sovellus tarjoaa soittavalle asiakkaalle vapaata aikaa. Puhesovellus pystyy myös tarjoamaan soittajalle ajan siirtämistä sekä peruuttamista. Lisäksi palveluun voi soittaa ja kysyä aikaisemmin varatun ajan tietoja. (Suomen Puheentunnistus 2011b.)

Ajanvarauksen lisäksi puheentunnistusta voidaan käyttää myös erilaisissa tilauspalveluissa. Suomen Puheentunnistus on tehnyt taksin tilauspalvelun Oulun aluetaksille. Palvelussa toimiva automaatti kysyy soittajalta, mihin osoitteeseen hän haluaa taksin, välittää tilauksen eteenpäin, ja näin asiakas saa taksin tilattua. (Suomen Puheentunnistus 2011c.)

Puheentunnistusta hyödynnetään myös vaihdepalveluna. Puhelinvaihteen yhteydessä toimivan palvelun tarkoitus on ohjata soittaja halutulle henkilölle. Kun asiakas soittaa vaihteeseen, vaihde kysyy häneltä henkilön nimen kenelle yritetään soittaa ja siirtää puhelun automaattisesti eteenpäin oikealle henkilölle. Jos tapahtuu niin, että soittaja ei tiedä, ketä hän tavoittelee, sovellus esittää hänelle 1-3 kysymystä, joiden perusteella oikea ihminen tavoitetaan. (Suomen Puheentunnistus 2011d.)

Suomen Puheentunnistus on tehnyt myös puhetta tunnistavan sovelluksen hammaslääkärien ja suuhygienistien käyttöön. Toimenpidettä suorittava lääkäri sanelee potilaan hampaiden tilan, ja sovellus siirtää tiedot tunnistuksen perusteella asiakastietojärjestelmään, jossa tieto piirrttyy graafiseen hammaskarttaan. Palvelu mahdollistaa toimenpidettä suorittavan lääkärin työn helpottamisen, koska lääkärin ei tarvitse käyttää käsiään tietojen tallentamiseen järjestelmään. (Suomen Puheentunnistus 2011e.)

5.2 Puheentunnistuspalvelun toiminta

Puheentunnistuspalvelu on rakennettu toimimaan palvelinympäristöön, jossa alustana toimii joko Windows tai Unix –pohjainen käyttöjärjestelmä.

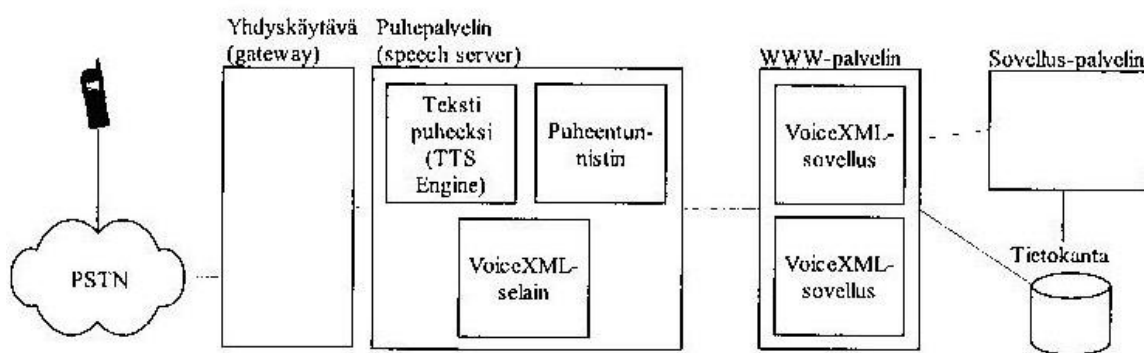
Puheentunnistus on IVR (Interactive Voice Response) -pohjainen ratkaisu, joka tarkoittaa sitä, että järjestelmä pystyy tunnistamaan käyttäjän puheen tai käyttäjän antamat DTMF (Dual-Tone Multi Frequency) painallukset. IVR -järjestelmä pystyy vastaamaan käyttäjälle ennalta tehdyllä ääninauhoitteella tai dynaamisesti muodostetulla ääniraidalla ja ohjaamaan keskustelun dialogia haluttuun suuntaan. IVR-järjestelmää pystytään soveltamaan palveluihin, joissa puhelun eteneminen voidaan pilkkoa pienempiin osiin. Puhelu pilkotaan lyhyisiin äänitteisiin, joissa käyttäjältä kysytään halutut tiedot ja ohjataan puhelua vastausten perusteella. (Voip-info.org 2011a.)

DTMF -valinnassa hyödynnetään äänitaajuusvalintaa joka on jokaisella puhelimen näppäimellä erilainen. Kuvista 12 voi nähdä miten esimerkiksi painettaessa näppäintä 1, syntyy ääni, joka muodostuu kahdesta toisiinsa epäharmonisessa suhteessa olevasta taajuudesta. IVR –järjestelmä pystyy tunnistamaan tämän ja tekemään tarvittavat toimenpiteet saadun komennon pohjalta. (Wikipedia 2011a.)

Näppäintä vastaavat taajuudet				
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

KUVIO 12. DTMF Taajuudet (Wikipedia 2011a.)

Puheentunnistuspalvelua voidaan kutsua esimerkiksi matkapuhelimella, jolloin puheentunnistuksen arkkitehtuuri koostuu itse soitettavasta puhelimesta, puhelinverkosta, yhdyskäytävästä, puhepalvelimesta, WWW (world wide web) – palvelimesta, sovelluspalvelimesta sekä mahdollisesta taustajärjestelmästä, jonka roolissa voi toimia esimerkiksi tietokantapalvelin. Tätä toimintaketjua on havainnollistettu kuviossa 13. (Arokoski, Jääskeläinen & Kontio 2002, 216-217.)



KUVIO 13. Puheentunnistuksen Arkkitehtuurikuva (Konto, Raatikainen & Köykkä 2002, 216.)

Toimintaketju alkaa kun henkilö soittaa järjestelmään esimerkiksi puhelimella. Puhelu ohjataan yhdyskäytävälaitteen (Gateway) kautta puhepalvelimelle. Yhdyskäytävälaitteena voi toimia esimerkiksi mediayhdyskäytävä, jossa signaali muutetaan puhepalvelimessa vastaanotettavaan muotoon. Yleensä tämä tarkoittaa muuntamista SIP (Session Initiation Protocol) 2.0 –standardoituun signaaliin. Sekä yhdyskäytävä, että puhepalvelin löytävät toisensa IP (Internet Protocol) – osoitteiden avulla. (Arokoski, Jääskeläinen & Kontio 2002, 216-217.)

Itse puheentunnistuspalvelimella toimii puheentunnistussmoottori, joka tunnistaa puhelimesta yhdyskäytävälaitteen kautta syötetyn puheen. Puheentunnistuksen sovellukset käyttävät hyödykseen VXML (Voice Extended Markup Language) –ohjelmointikieltä. Puheentunnistuksen tunnistamat sanat sijoitetaan VXML-

dokumenttiin, jota VXML –selain käyttää. VXML selain toimii kuten tavallinen WWW- selain. VXML selain hakee käyttäjän syöttämän puheen perusteella WWW –palvelimelta tarvittavan VXML –dokumentin ja huolehtii puheluiden sekä dialogien käsittelystä. Arkkitehtuurikuviossa näkyy puhepalvelimen kohdalla myös kohta TTS (Text To Speech). TTS –syntetisaattorin tehtävä on muuttaa VXML –dokumentissa olevat sanat puheeksi. (Arokoski, Jääskeläinen & Kontio 2002, 216-217.)

5.3 Integraatiosuunnitelmassa käytetyt komponentit

Integraatiosuunnitelmassa käytettiin fyysistä palvelinta, johon Suomen Puheentunnistuksen sovelluskomponentit asennettiin, sekä mediamuunninta, jonka avulla liitos langattomaan mobiilivaihteeseen voitiin muodostaa. Suomen Puheentunnistuksen palvelimella oli käytössä kaksi verkkokorttia, joista toinen oli kytketty mediamuuntimeen ja toinen yrityksen lähiverkossa sijaitsevaan kytkimeen, jonka avulla voitiin saavuttaa asiakkaan taustajärjestelmä. Suomen Puheentunnistuksen palvelimelle suunniteltiin myös hallitayhteys datalinkin kautta, josta oli myös yhteys ulkomaailmaan.

Fyysinen palvelin sisälsi Microsoft Windows 2003 Server –käyttöjärjestelmän, jonka yhteyteen oli asennettu Apache web –palvelin, Apache TomCat –sovelluspalvelin sekä IVR –sovellus, joka toimi palvelimella puheluiden vastaanottajana ja käsittelijänä.

Mediamuuntimeksi integraatioon oli tarkoitus valita laite, joka siirtäisi saapuvan puhelun GSM –verkosta VOIP –verkkoon ja palautuvan puhelun VOIP –verkosta GSM –verkkoon. Tutkimustyössä vertaillaan kahta mediamuunninta, joista toinen otetaan integraatiosuunnitelmassa käyttöön.

5.4 Portech mediamuunnin

Portech MV-378 Voip GSM mediamuunnin mahdollisti 1-8 yhtäaikaista puhelun reitittämisen GSM- ja VOIP –verkkojen välillä. Portechin mediamuunnin tuki standardoitua SIP –protokollaa. Kuviossa 14, on esitetty Portech MV-378 mediamuuntimen kuva etu- sekä takapuolelta. Tietoturvasyistä kaikki kuvat Portech MV-378 mediamuuntimen ulkonäöstä ja mediamuuntimen konfiguraatoruuduista on otettu Portech MV-378-käyttöohjeesta.




KUVIO 14. Portech MV-378 Mediamuunnin (PORTech Communications Inc 2011.)

Kuten kuvioista 14 voi huomata, mediamuuntimen sisälle voitiin syöttää enintään kahdeksan SIM –korttia, joiden avulla mediamuunnin kommunikoi mobiilivaihteen kanssa. SIM-kortin paikka on merkitty kuviossa 14 numerolla 5.4.

Mediamuuntimen takana oli lisäksi liityntä, jonka avulla mediamuunnin voitiin liittää lähiverkkoon. Kuviossa 14 lähiverkkoliityntä on merkattu numerolla 5.2. Mediamuuntimessa oli myös GSM -antenni, joka kiinnitettiin laitteen takaosaan. GSM -antennin paikka on kuvattu kuviossa 14 numerolla 5.1.

Mediamuuntimelle asetettiin laitteessa olevan web -hallinnan kautta IP -osoite, joka oli asetettu toimimaan samassa aliverkossa kuin Suomen Puheentunnistuksen palvelin, ja näin ollen mediamuunnin ja Suomen Puheentunnistuksen palvelin pystyivät kommunikoimaan keskenään. Puhelut välitettiin GSM -verkosta VOIP -verkkoon käyttämällä mediamuuntimen reititystauluja. Kuviossa 15 on esitetty mediamuuntimen web -hallinnan asetuksista kohta, jossa määritettiin saapuvan puhelun ohjaaminen haluttuun IP -osoitteeseen. Asetuksissa oleva CID -kenttä määrittä SIM -kortille ohjelmoidun numeron, josta puhelu otettiin mediamuuntimeen sisään. CID kentän vieressä oleva URL -kenttä sisälsi puolestaan Suomen Puheentunnistuksen palvelimen IP -osoitteen, johon puhelu reititettiin.



Route

Mobile To Lan Settings

Mobile To Lan Speed Dial

Lan To Mobile Settings

Mobile

Network

SIP Settings

NAT Transform

Update

System Authority

Save Change

Reboot

Mobile To LAN Table

Page: 1

Item	CID	URL	Select
0	0933579613	#	<input type="checkbox"/>
1	+886933579613	#	<input type="checkbox"/>
2			<input type="checkbox"/>
3			<input type="checkbox"/>
4			<input type="checkbox"/>
5			<input type="checkbox"/>
6			<input type="checkbox"/>
7			<input type="checkbox"/>
8			<input type="checkbox"/>
9			<input type="checkbox"/>

Add New

Position: (0~49)

CID: Ex: 09111111111, 0911*, *

URL: Ex: 192.168.0.1, *.2St

KUVIO 15. Portech mediamuuntimen reititysasetukset GSM –verkosta VOIP – verkkoon (PORTech Communications Inc 2011.)

VOIP –verkosta lähtevä puhelu reititettiin verkossa käyttämällä mediamuuntimen reititystaulua, joka oli merkattu mediamuuntimen web –hallinnan asetuksissa nimellä: ”LAN to Mobile Table”. Reititystaulussa asetettiin URL –kenttään IP –osoite josta puhelu vastaanotettiin mediamuuntimeen ja Call Num –kenttään GSM –numerot, joihin puhelut haluttiin ohjata. Kuviossa 16 on esitetty reititystaulu, johon merkattiin VOIP –verkosta lähtevät puhelut.

Route
 Mobile To Lan Settings
 Mobile To Lan Speed Dial
 Lan To Mobile Settings
Mobile
 Network
 SIP Settings
 NAT Transform
 Update
 System Authority
 Save Change
 Reboot

LAN To Mobile Table

Mobile 1, 2

Page: 1

Item	URL	Call Num	Select
0	*	*	<input type="checkbox"/>
1			<input type="checkbox"/>
2			<input type="checkbox"/>
3			<input type="checkbox"/>
4			<input type="checkbox"/>
5			<input type="checkbox"/>
6			<input type="checkbox"/>
7			<input type="checkbox"/>
8			<input type="checkbox"/>
9			<input type="checkbox"/>

Delete Selected
 Delete All
 Reset

Add New
 Position: (0~49)
 URL: Ex: 192.168.0.1, 192.168.0.*
 Call Num: Ex: 0911, *.2St, #, #d?, #d?A??1St
 Add
 Reset

Kuvio 16. Portech mediamuuntimen reititysasetukset VOIP –verkosta GSM – verkkoon (PORTech Communications Inc 2011.)

Mediamuuntimeen täytyi myös määrittää käytettävät koodekit ja niiden järjestys. Puheentunnistuksen käyttämä a-law koodekki määritettiin μ -law koodekin kanssa kuviossa 17, näkyvän listan kärkeen, jotta A-law koodekki saisi korkeimman prioriteetin verkossa.

PORTech
Your CTI Partner

Route

Mobile

Network

SIP Settings

Service Domain

Port Settings

Codec Settings

Codec ID Setting

DTMF Setting

RPort Setting

SIP Responses

Other Settings

NAT Transform

Update

System Authority

Save Change

Reboot

Codec Settings

Codec Priority	
Codec Priority 1:	G.711 u-law
Codec Priority 2:	G.711 a-law
Codec Priority 3:	G.723
Codec Priority 4:	G.729
Codec Priority 5:	G.726 - 16
Codec Priority 6:	G.726 - 24
Codec Priority 7:	G.726 - 32
Codec Priority 8:	G.726 - 40

RTP Packet Length	
G.711 & G.729:	20 ms
G.723:	30 ms

G.723 5.3K	
G.723 5.3K:	<input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off

Voice VAD	
Voice VAD:	<input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off

Submit Reset

Kuvio 17. Portech mediamuuntimen koodekkivalinta (PORTech Communications Inc 2011.)

Portech:n mediamuunnin oli ominaisuuksiltaan hyvin kattava ja sisälsi helpon konfiguroinnin selkeän web –hallinan kautta. Portech mediamuunnin soveltui hyvin Suomen Puheentunnistuksen käyttöön, koska Portech mediamuunnin sisälsi kahdeksan paikkaa SIM –kortteille, joiden ansiosta asiakkaan mobiilivaihteelle voitiin tuoda Suomen Puheentunnistuksen palvelimelta yhteensä kahdeksan gsm -linjaa.

5.5 Soundwin mediamuunnin

Toisena vaihtoehtona integraatiossa oli Soundwin V100 VOIP to GSM mediamuunnin. Soundwin V100 oli suunniteltu yhdistämään yrityksen IP –puhelinvaihte GSM –päätelaitteisiin. Soundwin V100 teknisissä määrittelyissä mainittiin myös Soundwin V100 yhteensopivuus tunnetun Asterisk PBX –

puhelinjärjestelmän kanssa. Kuviossa 18 on esitetty kuva Soundwin V100 laitteesta. (soundwin.com, 2011.)



Kuvio 18. Soundwin V100-mediamuunnin (soundwin.com 2011.)

Soundwin V100 tarjosi standardin mukaisen SIP –merkinantoa tukevan VOIP – yhteyden sekä tarvittavan G.711 a-law koodekin, jota Suomen Puheentunnistus käytti puheluiden välityksessä. Soundwin V100 laitteessa oli takana Ethernet – liitäntä, antenniliitäntä GSM –verkon signaalia varten, paikka yhdelle SIM – kortille sekä analogisen verkon liitännät, joihin voitiin liittää joko analoginen puhelin tai analogilinja perinteistä puhelinvaihdetta varten. (soundwin.com 2011.)

Hyvinä puolina Soundwin V100 -laitteessa oli sisäinen huojunnan puskurointi (Jitter buffer), jonka ansiosta verkossa tapahtuvaa äänisignaalin huojuntaa voitiin vähentää puskuroimalla sitä ensin mediamuuntimelle ennen signaalin siirtoa kohdeverkkoon. Puskuroinnin ansiosta äänen lähettäjän ja vastaanottajan pakettien ajoitus saatiin samanaikaiseksi. Huonona puolena Soundwin V100 – laitteessa oli rajoittunut SIM –korttien määrä, jonka ansiosta laittelle voitiin Suomen Puheentunnistukselta tuoda ainoastaan yhden puhelinnan tarjoamat resurssit kerrallaan. (soundwin.com 2011.)

5.6 Mediamuuntimen valinta

Puheentunnistuspalvelun integrointiin mobiilivaihteen kanssa valittiin Portechin mediamuunnin. Portechin mediamuunnin tarjosi paremmin skaalautuvan alustan GSM –liittymien käytölle, koska Portech mediamuunnin sisälsi kahdeksan paikkaa SIM –korteille Soundwin mediamuuntimen sisältäessä ainoastaan yhden SIM -paikan. Puheentunnistuksen sovelluksen vaatima puhelinlinjojen käyttö oli suunniteltu kaavalla 4+4. Neljä gsm -linjaa tarjosivat palvelun päiväsaikaan soittaville asiakkaille, ja loput neljä linjaa oli ohjattu palvelemaan yö-aikana.

Muiden ominaisuuksien osalta molemmat, sekä Portech, että Soundwin, tarjosivat tarvittavat käsittelyt koodekeille ja puheluiden reititykselle.

Mobiilivaihteintegraatioon valittu Portech MV-378, todettiin myös kestävämmäksi paremman kotelon ilmankierron vuoksi.

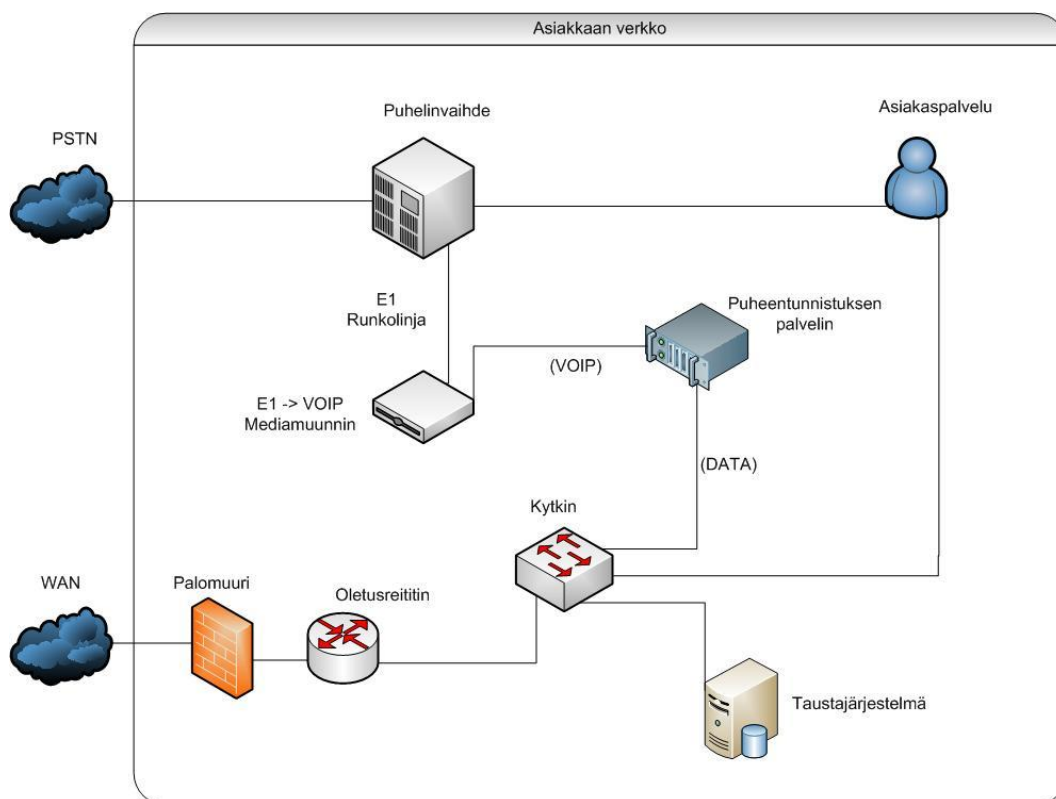
5.7 Yhteyden suunnittelu

Mediamuuntimen konfiguroinnin jälkeen suunniteltiin liitos Suomen Puheentunnistuksen palvelimelta dataverkkoon. Liitos dataverkon puolelle suunniteltiin konfiguroimalla Suomen Puheentunnistuksen palvelimelle IP –osoite aliverkosta, josta oli sallittu liikennöinti asiakkaan taustajärjestelmään. Suomen Puheentunnistuksen palvelimen etähallintaa varten asiakkaan tuli avata palomuuristaan portti Windowsin etätyöpöytäyhteydelle ja tehdä etätyöpöytäyhteyden ohjaus puheentunnistuspalvelimen IP -osoitteeseen.

Kaikki liikenne puheentunnistuksen palvelimen ja asiakkaan verkon komponenttien välillä suunniteltiin käyttämään sisäverkon IP –osoitteita, joten puheluiden sisältämien SIP ja RTP –viestin välittämisessä ei tarvinnut huomioida palomuurin tai verkko-osoitemuunnoksen tuomia ongelmia.

5.8 Puheentunnistuspalvelu piirikytkentäisen verkon yhteydessä

Palvelin, jossa puheentunnistusjärjestelmä toimii, kytketään asiakkaan lähiverkkoon, jossa palvelin toimii yhdessä asiakkaan puhelinverkon sekä tietojärjestelmien kanssa. Kuvio 19 esittää puheentunnistuspalvelimen sijoittautumista asiakkaan verkossa. Puheentunnistuksen palvelimelle on tavallisesti asennettu kaksi verkkokorttia, joista toinen verkkokortti hoitaa VOIP – liikennettä ja toinen verkkokortti on yhteydessä taustajärjestelmään. Mikäli asiakkaan puhelinvaihteeseen tukee SIP –standardin mukaista yhteyttä, voidaan VOIP – yhteys puhelinvaihteelle toteuttaa suoraan ethernet –kaapelilla. Toinen vaihtoehto yhteyden muodostamiseen on ISDN E1 –runkoliittymän käyttö. Jos yhteys muodostetaan käyttäen ISDN E1 -runkolinjaa, täytyy kytkimen ja asiakkaan puhelinvaihteen välille asentaa yhdyskäytävälaite, joka tekee tarvittavan signaalin muutoksen.

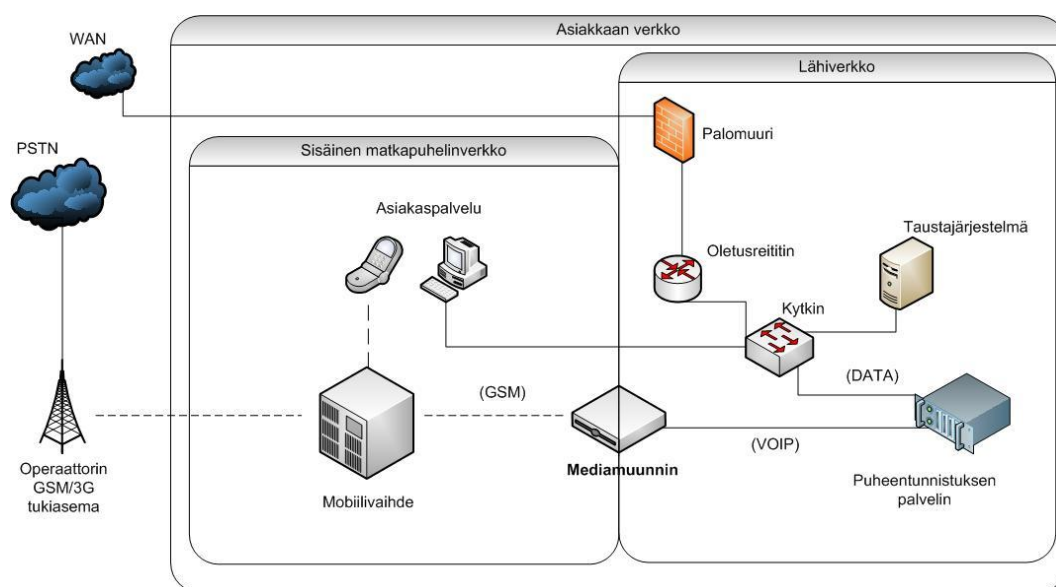


KUVIO 19. Suomen Puheentunnistuksen E1 verkkomalli

Kuviossa 19, on esitetty Suomen Puheentunnistuksen piirikytkentäisten verkkojen yhteydessä käytetty verkkomalli. Verkossa liikkuva puhesignaali on johdettu Suomen Puheentunnistuksen palvelimelle käyttäen E1 ISDN –runkolinjaan integroitumista. E1 –linjan avulla puhelinvaihteelta on johdettu mediamuuntimen kautta 30 ISDN –linjaa. Kuviossa 19, on myös merkattu palvelimelta lähtevä datalinkki, jonka avulla Suomen Puheentunnistuksen järjestelmä kommunikoi taustajärjestelmän kanssa.

5.9 Puheentunnistuspalvelu mobiiliverkon yhteydessä

Suomen Puheentunnistuksen palvelin suunniteltiin sijoitettavaksi samaan laitetilaa missä asiakkaan mobiilivaihte sijaitsi. Kuviossa 20 on esitelty verkkokuva, josta käy ilmi komponenttien suunniteltu sijainti asiakkaan verkossa.



KUVIO 20. Verkkosuunnitelma mobiilivaihteintegraatioon

Asiakkaan verkko rakentui sisäisestä matkapuhelinverkosta sekä ethernet-verkosta, johon Suomen Puheentunnistuksen palvelin tultiin liittämään. Mobiilivaihde toimi asiakkaan verkossa täysin langattomasti, joten myös runkolinkki mobiilivaihteelta ulkoverkkoon käytti resursseina matkapuhelinverkkoa.

5.10 Toteutusmallien vertaus

Verrattuna mobiilivaihteen toimintaan, vanhassa integraatiomallissa käytetty E1 – liitäntäinen puhelinvaihte ei ole niin hyvin skaalautuva kuin mobiilivaihde. Asiakkaiden E1 moduulikortit ovat asiakkaiden puhelinvaihteissa yleensä valmiiksi varattuja ja uuden ISDN –E1 moduulikortin hankkiminen ja asentaminen on todella kallista.

Pidemmällä tähtäimellä on sekä taloudellisesti, että teknisesti kannattavampi ratkaisu hankkia mobiilipuhelinvaihte, johon voidaan uusien SIM –korttien rekisteröinnillä liittää uusia päätelaitteita kustannustehokkaasti. Mobiilivaihde tukee lisäksi yrityksen työntekijöiden liikkuvuutta ja lisäpalveluiden sijoittamista sisäverkkoon. Mobiilivaihteen toimiessa tietoliikenteen osalta täysin langattomasti yrityksen sisäverkossa, on mobiilivaihteen sijoittaminen myös todella helppoa kaapeloinnin jäädessä pois konseptista.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Puheentunnistusjärjestelmän integrointia mobiilivaihteeseen tutkittiin toteuttamalla integraatiosuunnitelma Suomen Puheentunnistuksen asiakasyritykselle. Mobiilivaihteen integraatiosuunnitelman toteuttamisessa käytettiin pohjana Suomen Puheentunnistuksen vanhaa toimintamallia, jossa oli hyödynnetty E1 ISDN –mediamuunninta VOIP –yhteyden luomiseen. Integraatio mobiilivaihteen kanssa suunniteltiin valitsemalla SIP –standardia tukeva GSM mediamuunnin, jonka avulla voitiin luoda yhteys Suomen Puheentunnistuksen puhepalvelimelta mobiilipuhelinvaihteelle.

GSM-mediamuunnin konfiguroitiin vastaamaan vanhan E1 –runkolinjaan tehdyn integraation laatuparametreja. GSM-mediamuuntimen asetuksiin konfiguroitiin käyttöön G.711 a-law koodekki sekä Suomen Puheentunnistuksen puhepalvelimen IP, johon saapuvat puhelut tuli reitittää. Lisäksi mobiilivaihteelle palautuville puheluille määritettiin oma numero GSM-mediamuuntimesta.

Tutkimustyön kohde, mobiilipuhelinvaihde, osoittautui tutkimustyössä kohteeksi, johon tyypillisten mediamuuntimien ominaisuudet eivät riittäneet.

Tutkimustyöhön oli löydettävä ratkaisu, jota voitiin luotettavasti suositella asiakasyrityksen käyttöön. GSM-tekniikkaa sisältävän mediamuuntimen hankkiminen oli hankalaa asiakasyrityksen kaipaamien referenssitapausten puutteen vuoksi.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka puheentunnistusjärjestelmä voitiin liittää mobiilipuhelinvaihteeseen. Työ toteutettiin käsittelemällä tutkimustyön osa-alueet aiheittain. Aihealueet käsittivät puhelut ISDN –verkossa, puhelut IP-verkossa, piiri- sekä pakettikytkentäisten palvelukeskusten vertailun sekä VOIP –protokollan tutkimisen.

Tutkimustyössä vertailtiin kahta mediamuunninta. Mediamuuntimeksi mobiilivaihdeintegraatioon valittiin Portechin mediamuunnin, koska Portech tarjosi paremmat resurssit puhelinlinjojen luomiseen mobiilivaihteelle. Lisäksi Portechin mediamuunnin oli laadukkaampaa tekoa ja sisälsi paremman jäähdytysjärjestelmän laitteen kestoikää ajatellen. Vertailtavana tutkimuskohteena ollut Soundwinin mediamuunnin ei valittu integraatioon, koska Soundwin sisälsi liian vähän paikkoja puhelinlinjoja varten ja oli heikommin suunnitellun ilmanvaihdon vuoksi huonompi vaihtoehto puheentunnistuksen ylläpidolle.

Opinnäytetyössä vertailtiin myös piirikytkentäistä ja pakettikytkentäistä liityntätapaa puhelinvaihteeseen. Pakettikytkentäinen liityntätapa osoittautui paremmaksi valinnaksi tulevaisuuden laajennettavuutta ja mahdollisia lisäpalveluja ajatellen.

Tulevaisuudessa puheentunnistusjärjestelmien suosion kasvaessa myös standardoidun yhteensopivuuden eri vaihdetoimittajien laitteiden kanssa tulisi olla mahdollista. Mitä enemmän yritykset uusivat puhelinverkon laitteistoaan, sitä enemmän Suomen Puheentunnistuksen järjestelmien integrointiin tulee kiinnittää huomiota. Tulevaisuuden puhelinvaihdeintegraatioissa tulisi huomioida muutama suuri puhelinvaihdevalmistaja ja keskittyä tekemään hyvin dokumentoituja ja toimivaksi todettuja integraatiosuunnitelmia, joita voitaisiin käyttää referenssinä tulevien asiakkaiden tapauksissa.

Puheentunnistus on kasvava teknologian osa-alue, jonka apu esimerkiksi asiakaspalvelukeskuksissa voidaan huomata puheluiden kuorman tasoittumisena. Asiakaspalvelijoiden ei tarvitse enää käsitellä niitä rutiininomaisia puheluita, jotka voidaan siirtää automaatin käsittelyyn. Puheentunnistuksen toimiessa kellon ympäri, saavutetaan asiakasyrityksessä lisäksi maksimaalinen puhelinpalveluiden tarjonta ja tavoitettavuus.

LÄHTEET

Davidson J., Peters J. 2002, Voice over IP, Helsinki: Edita Prima Oy,
Alkuperäinen kirja: Voice Over IP fundamentals

Granlund K. 2003, Tietoliikenne, 1.painos, Porvoo: Docendo Finland Oy

Halme, S. 1992. Televiestintäjärjestelmät. 6. painos, Otatieto Oy

Konto, Tervo, Jääskeläinen, Arokoski, Vierimaa, Raatikainen & Köykkä 2002,
Mobiiliteknologiat. 1. painos, Helsinki: Edita Publishing Oy.

Leon-Garcia A, Widjaja I 2006. Communication Networks, 2. edition, international edition, Singapore: Mc Graw Hill, ISBN: 007-125709-8.

Mobilecomms Technology 2011, Private Mobile Networks, [Viitattu 27.2.2011]
saatavilla:

<http://www.mobilecomms-technology.com/contractors/fixed-mobile-convergence/teleware/>

PORTech Communications Inc. 2011, [viitattu 11.4.2011] saatavilla:
http://www.portech.com.tw/data/MV374_MV378%20Manual.pdf

RFC-editor.org 2011a. SIP [viitattu 2.3.2011]
Saatavissa: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2543.txt>

RFC-editor.org 2011e. SIP REFER [viitattu 2.3.2011] Saatavissa: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3515.txt>

RFC-editor.org 2011c. RTP [viitattu 2.3.2011]
Saatavissa: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1889.txt>

RFC-editor.org 2011d. RTP [viitattu 2.3.2011]
<http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc768.txt>

Soundwin.com 2011, Soundwin Network Inc. [viitattu 27.3.2011]

saatavissa:

http://www.soundwin.com/content/product/product01_02.aspx?sid=19&pid=9

Suomen Puheentunnistus Oy, 2011a, Suomen Puheentunnistus. [viitattu 15.2.2011] saatavissa: <http://www.puheentunnistus.fi/fi/yritys>

Suomen Puheentunnistus Oy, 2011b, Ajanvarauspalvelu, [viitattu 15.2.2011] saatavissa:

<http://www.puheentunnistus.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/ajanvarauspalvelu>

Suomen Puheentunnistus Oy, 2011c, Taksin tilauspalvelu, [viitattu 15.2.2011] saatavissa:

http://www.puheentunnistus.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/taksin_tilauspalvelu

Suomen Puheentunnistus Oy, 2011d, Vaihdepalvelu, [viitattu 15.2.2011] saatavissa:

<http://www.puheentunnistus.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/vaihdepalvelu>

Suomen Puheentunnistus Oy, 2011e, Hammassanelu, [viitattu 15.2.2011] saatavissa:

<http://www.puheentunnistus.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/hammassanelu>

Volotinen Vesa 1999, Tietoliikenne: Televerkot ja päätelaitteet, 1. painos, Porvoo: WSOY.

Voip-info.org, 2011a, Voip Info G.711 Codec [viitattu 15.02.2011] saatavissa: <http://www.voip-info.org/wiki/view/ITU+G.711>

Voip-info.org, 2011b, IVR [viitattu 15.02.2011] saatavissa: <http://www.voip-info.org/wiki/view/IVR>

Wikipedia. 2011a. DTMF [viitattu 7.3.2011]. saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/DTMF>

LIITTEET